DIE RADIOAKTIVITÄT DER SCHLESISCHEN HEILQUELLEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

VEREINIGTEN FRIEDRICHS-UNIVERSITÄT

HALLE-WITTENBERG

ACAD
LUGD BAT
BIBL.

VORGELEGT VON

KARL REICHAU

AUS MAGDEBURG.

HALLE a. S.
HOFBUCHDRUCKEREI VON C. A. KAEMMERER & CO.
1908.

Referent: Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **Dorn.**

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Einleitung. Gegenstand der Untersuchung 5
Die Apparate 10
Die Methode 13
Die Berechnung der Beobachtungen 21
Die schlesischen Heilquellen bes. in geologischer Beziehung 25
Vergleichende Versuche mit Radium-Emanation . . . 33
Ergebnis 37
Zusammenfassung 41
Erläuterungen zu den Tabellen 43
Tabellen 44

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544709_0082

Einleitung. Gegenstand der Untersuchung.

Linss[1]) und Elster und Geitel[2]) haben zuerst darauf hingewiesen, dass ein positiv oder negativ geladener, der freien Luft ausgesetzter Draht seine Ladung allmählich verliert. J. J. Thomson[3]) und unabhängig von ihm Himstedt[4]) fanden bei ähnlichen Versuchen, dass diese Erscheinung ebenfalls, und zwar in viel stärkerem Masse, auftritt, wenn das benutzte Luftquantum vorher durch Wasser geperlt war. Messende Versuche[5]) zeigten, dass diese oft als abnorm gross beobachtete Zunahme der Leitfähigkeit der durchgeperlten Luft dem Vorkommen eines radioaktiven Gases mit Eigenschaften ähnlich denen der Radiumemanation in den untersuchten Wässern zuzuschreiben ist. Diese Spuren aktiven Gases, welche die Luft vorübergehend in begrenztem Masse zur Elektrizitätsleitung befähigen, finden sich nur in natürlichen Wässern und können durch Durchperlen von Luft oder durch Aufkochen des Wassers entfernt und gesammelt werden.

Ein ähnliches radioaktives Gas fanden Bumstead und Wheeler[6]) im Boden von New Haven und im Quellwasser von New Milford. Allen und Blythswood[7]) wiesen die Gegenwart dieses Gases nach in den Quellen von Bath und

---

1) Meteorolog. Zeitschrift 4. 1887. p. 352. Elektrotechn. Zeitschrift 1890. p. 506:

2) Ann. d. Physik. 11. 1900. p. 425.

3) Phil. Mag. Sept. 1902. Vol. IV. Ser. VI. p. 352.

4) Ann. d. Physik. 13. 1904. p. 573.

5) Phil. Mag. Nov. 1903. Vol. VI. Ser. VI. p. 563.

6) Americ. Journ. of Science. 17. 1904. p. 97.

7) Nature. 68. 1903. p. 343. 69. 1904. p. 247.

Buxton, und es war sehr wichtig, dass Strutt[8]) in diesen letzteren Quellen und Dorn[9]) in den Quellen von Karlsbad die Gegenwart kleiner Mengen von Radium-Salz nachwiesen, da Rayleigh fand, dass die den Quellen entweichenden Gase zum Teil aus Helium, dem letzten bekannten Desaggregationsprodukte[10]) des Radiums, bestanden.

In sehr vielen anderen Quellen und natürlichen Substanzen wurde weiterhin die Gegenwart dieses radioaktiven Gases nachgewiesen. Curie und Laborde[11]) fanden unter 19 untersuchten Quellen 14 aktiv. Blanc[12]) und Boltwood,[13]) Dorn[9]) und Elster und Geitel,[14]) Mache[15]) Schenk[16]) und Vincenti und Levi da Zara[17]) untersuchten je eine Anzahl Quellen und fanden sie aktiv. Himstedt[18]) und Burton[19]) fanden die vom Rohpetroleum ausgegebenen Gase aktiv, während C. T. R. Wilson[20]) in den Rückständen frisch gefallenen Regens und unabhängig von einander C. T. R. Wilson[21]), Allan[22]) und Mc. Lennan[23]) in den Rückständen frisch gefallenen Schnees Spuren aktiver Substanzen nachweisen konnten.

---

8) Proc. Royal Soc. 73. 1904. p. 191.
9) Abhandl. d. Naturforsch. Ges. Halle 25. 1904. p. 107.
10) Rutherford and Soddy, Phil. Mag. 1902. p. 582. 1903. p. 453 u. 579. Ramsay und Soddy, Proc. Roy. Soc. 72. 1903. p. 204. 73. 1904. p. 346. Himstedt und Meyer, Ann. d. Phys. 15. 1904. p. 184.
11) Compt. Rendues 138. 1904. p. 1150.
12) Phil. Mag. Jan. 1905. Vol. IX. Ser. VI. p. 148.
13) Americ. Journ. of Sc. Nov. 1904. Ser. IV. Vol. XVIII. p. 378.
14) Physik. Zeitschr. 5. 1904. p. 321.
15) Wiener Berichte 113. 1904. p. 1329.
16) Dissert. Halle 1904.
17) Atti d. R. Instit. Veneto d. Science 54. 1905. p. 95.
18) Ann. d. Physik 13. 1904. p. 573.
19) Phil. Mag. Okt. 1904. Vol. VIII. Ser. VI. p. 498.
20) Proc. Cambr. Phil. Soc. 11. 1902. p. 428.
21) Proc. Cambr. Phil. Soc. 12. 1903. p. 85.
22) Phys. Rev. 16. 1903. p. 106.
23) Phys. Rev. 16. 1903. p. 184.

Auch die Analyse von Quellsedimenten[24]) und Bodenproben[25]) führte in vielen Fällen zur Abscheidung stark aktiver Substanzen und deckte interessante Beziehungen zwischen der Aktivität des Quellwassers und der Quellsedimente auf. So ergab eine Untersuchung von Blanc,[26]) dass die Sedimente der Quellen zu Salins-Moutiers sehr stark aktiv waren, während die Wässer dieser Quellen nach der Untersuchung von Curie und Laborde als schwach emanationshaltig befunden wurden. Ein Gegenstück zu diesem Ergebnis bildet die in der vorliegenden Arbeit an späterer Stelle durchgeführte Untersuchung der Sedimente der Landecker Quellen, deren Wässer überaus emanationshaltig sind, während die Sedimente im rohen und aufgeschlossenen Zustande kaum die Gegenwart aktiver Substanzen erkennen liessen.

Meistens war es bei den eben angeführten Untersuchungen unmöglich oder unpraktisch, die Messung der Aktivität der Wässer am Quellenursprung selbst auszuführen. Eine bestimmte Spanne Zeit, mindestens einige Stunden, mussten wohl immer verstrichen sein vom Zeitpunkt der Entnahme der Wasserprobe bis zur Untersuchung. Da es nun höchst wahrscheinlich ist, dass die Aktivität der meisten Wässer, wenigstens zum grössten Teile, okkludierter Radium-Emanation zuzuschreiben ist, so wird die Aktivität des Wassers gesetzmässig fallen wie die Aktivität der Radium-Emanation selbst. Die letztere aber nimmt ab dem einfachen Exponentialgesetze folgend:

$$J_t = J_0 \, e^{-\lambda \cdot t},$$

wo J_t die Intensität nach der Zeit t bedeutet, wenn J_0 die Anfangsintensität der Aktivität war. e ist die Basis des natürlichen Logarithmensystems und t bedeutet die Zeit, die verstrichen ist, bis J_0 auf J_t gesunken ist, d. h. also z. B.

24) Elster und Geitel, Phys. Zeit. 6. 1905. p. 67. Arch. d. Sc. d. phys. et nat. Genève. Jan. 1905.

25) Giesel, Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 7. 1904. 3. 1905.

26) Phil. Mag. Jan. 1905. Vol. IX. Ser. VI. p. 148.

die Zeit vom Zeitpunkte der Füllung an bis zum Zeitpunkte der Untersuchung in Tagen. Die „Abklingungskonstante“ λ besitzt für jede aktive Emanation einen ganz bestimmten Wert. Ermittelt man nun experimentell diesen Wert λ für die aktive Emanation des zu untersuchenden Quellwassers und kennt man ferner in der obigen Gleichung die Zeit t, so kann man die Aktivität des Wassers zu irgend einer beliebigen Zeit, also auch für die Füllungszeit, d. h. den Ursprung des Wassers erschliessen aus der Gleichung:

$$J_0 = e^{\lambda t} \cdot J_t .$$

Die Konstante λ ermittelt man aus zwei oder mehr Beobachtungen J_{t_1} und J_{t_2} zu verschiedenen Zeiten t_1 und t_2 aus der Gleichung:

$$J_{t_1} = e^{-\lambda (t_1 - t_2)} \cdot J_{t_2}$$

$$\lambda = (t_1 - t_2)^{-1} \cdot [\log \text{nat } J_{t_2} - \log \text{nat } J_{t_1}].$$

Auch die Zeit T, welche verstreicht, bis die zu irgend einer Zeit t_1 gemessene Intensität der Aktivität auf die Hälfte ihres Wertes gefallen ist, kann als Kriterium des Wertes von λ angegeben werden. Denn wenn:

$$J_{t_2} = \frac{1}{2} J_{t_1}$$

ist, so geht die letzte Gleichung über in die folgende:

$$\lambda = (t_1 - t_2)^{-1} \cdot \log \text{nat} \left(\frac{1}{2}\right).$$

Kennt man diese Zeit T für Ra-Emanation und ergiebt die Untersuchung des Quellwassers den gleichen numerischen Wert, so ist demnach mit Sicherheit die Aktivität des Quellwassers okkludierter Ra-Emanation und nur dieser zuzuschreiben.

Bereits die Angaben für T resp. die Angaben für λ für reine Ra-Emanation weichen bei verschiedenen Beobachtern von einander ab. So geben für reine Ra-Emanation an:

Beobachter	λ	T
Curie	0,17376	3,99
Rutherford und Soddy	0,18672	3,71
Bumstead und Wheeler	0,17856	3,88

Diese verhältnismässig geringen Abweichungen, die ihren Grund in einer unten näher zu erörternden Schwierigkeit bei messenden Versuchen über Aktivität haben dürften, werden aber sehr gross, wenn man die Werte für T und die daraus resultierenden Werte für λ vergleicht, welche einige Beobachter für Wasser- und Bodenproben angeben. In der folgenden Tabelle sind einige Zahlenangaben zusammengestellt.

Beobachter	Aktives Gas okkludiert in	T	λ
Burton	Petroleumquelle . . .	3,1	0,2236
Ebert und Ewers .	Erdboden von München .	3,2	0,2166
Adams	Cambridger Wasser . .	3,4	0,2039
Bumstead u. Wheeler	Erdboden von New Haven	3,7	0,1873

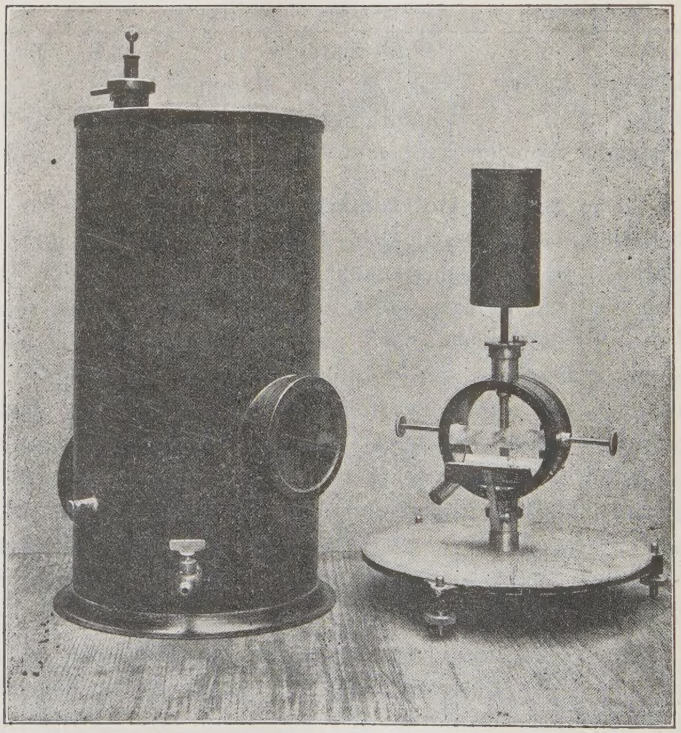
Diese grossen Abweichungen von dem Werte λ für Ra-Emanation lassen sich nicht mehr als Beobachtungsfehler erklären. Sie müssen vielmehr in dem Verhalten der Emanation der Quellwässer selbst ihren Grund finden, und lassen auf das Vorhandensein noch anderer Emanationen im Quellwasser schliessen. Auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. Dorn wurden daher im Folgenden eine Reihe von Quellen Schlesiens einer messenden Untersuchung unterworfen und zwar unter Benutzung einer von Herrn Prof. Dr. Dorn angegebenen Methode zur Elimination des Einflusses der natürlichen Luftaktivität. Der Hinweis auf die schlesischen Quellen war ein besonders glücklicher, da diese Quellen fast alle überaus aktiv sind.

Der Gegenstand der folgenden Untersuchung ist ein Versuch, einen Zusammenhang zwischen der geologischen Lage und dem Verhalten und der Grösse der Aktivität der Quelle zu ermitteln, in der Art, wie solche Untersuchungen vereinzelt bereits mit Erfolg durchgeführt sind für die geologische Lage und die chemische Zusammensetzung der Quellen.

Die Apparate.

Zu der vorliegenden Untersuchung wurde der nach den Angaben von Elster und Geitel in den Werkstätten von Günther und Tegetmeyer hergestellte Apparat benutzt, welcher in der folgenden Weise zusammengesetzt ist:

Ein mittelst dreier Fussschrauben einstellbarer Zinkteller trägt in der Mitte einen kurzen Zylinder, auf welchen sich der Fuss eines Exnerschen Elektroskopes aufsetzen



lässt. Das Elektroskop besitzt parallaxenfreie Ablesevorrichtung und Natriumtrocknung. Der durch Bernstein isolierte Blättchenhalter trägt an seinem oberen Ende einen Kopf mit Bohrung, in welchen der Stift des zylinderförmigen Zerstreuungskörpers passt. Dieses mit dem Zerstreuungskörper ausgerüstete Elektroskop wird von einer zylinderförmigen

Zinkglocke überdeckt, deren unterer geschliffener Messingrand eingefettet und durch drei Zwingen luftdicht an den Teller gepresst wird. Das derart gegen Strahlung geschützte Elektroskop wird mittelst eines isolierten, am Deckel der Glocke befestigten und erdbaren Ladekontaktes geladen. Zwei in dem Mantel der Glocke einander diametral gegenüberstehende Glasfenster gestatten die Beleuchtung des Elektroskopes und gewähren die Möglichkeit der Ablesung. Durch zwei in der Glocke befindliche Hähne wird das auf Aktivität zu untersuchende Gas in folgender Weise in den luftdicht schliessenden Apparat eingeführt.

Ein Gummigebläse ist mit seiner Druckseite an den einen Hahn der Glocke direkt angeschlossen, während die Zugseite des Gebläses über ein Watterohr und ein Chlorcalciumrohr zu einem Gasröhrchen führt, welches den doppelt durchbohrten Stopfen der das Quellwasser enthaltenden Flasche durchsetzt und in dem nicht von Quellwasser erfüllten Flaschenhalse endet. Durch die zweite Bohrung dieses Stopfens führt ein zweites an dem anderen Hahn der Glocke angeschlossenes Glasrohr bis auf den Boden der Flasche. Wird das Gebläse betätigt, so durchsetzt also das in der Glocke eingeschlossene Luftquantum in kontinuierlichem Kreislauf nacheinander Quellwasser, Gebläse Trockenvorrichtung und Glocke. Die Luft wäscht bei ihrem Durchperlen das in dem Quellwasser enthaltene aktive Gas aus und führt dieses in getrocknetem Zustande mit sich in die Glocke, innerhalb deren es bei gesperrten Hähnen aufbewahrt und vor äusseren Einflüssen geschützt untersucht werden kann.

Die Konstanten des benutzten Apparates waren die folgenden:

Die Glocke fasste bei einem lichten Durchmesser von 18 cm und einer Höhe von 35 cm etwa 8900 ccm Luft. Der auf das Elektroskop aufgesetzte, hohle Zertrennungskörper, der im zusammengesetzten Apparate zur Glocke symmetrisch orientiert war, war zylinderförmig gestaltet mit einem Grundkreisdurchmesser von 5 cm und einer Höhe von

10 cm. Die grösste Potentialdifferenz, welche das Exnersche Elektroskop zu zeigen vermochte, betrug etwa 200 Volt. Die Eichung des Elektroskopes wurde mittelst zweier Batterien von je 100 Latimer-Clark-Elementen durchgeführt und ergab bei mehrfacher Wiederholung übereinstimmende Resultate. Da die Eichungstabelle, wie bei allen statischen Eichungen, für den Fall des Fortschreitens von niederem zu höherem Potential bis zu 1,5% abwich von der Tabelle, welche sich beim Eichungsgange von höherem zu niederem Potentiale ergab, wurde für alle Beobachtungen das Ergebnis des letzteren Eichungsganges zu Grunde gelegt, da bei allen späteren Untersuchungen der Potentialabfall gemessen wurde. Die Kapazität des Elektrometers betrug bei übergedeckter Glocke 12,82 cm, wie mit Hilfe eines Harms'schen Kondensators ermittelt wurde. Zur Ladung des Elektroskopes wurde eine aus 1000 Plattenpaaren bestehende Trockensäule benutzt.

Die Trockenvorrichtung bestand aus zwei etwa 20 cm langen Glasröhren von je etwa 1,5 cm Durchmesser, die mit Chlorcalcium resp. Watte gefüllt waren. In beiden Rohren befanden sich an den Enden Stopfen aus Glaswolle, welche die getrocknete Luft von mitgerissenen Staubpartikelchen befreiten.[1]) Der an die Trockenvorrichtung angeschlossene Druckballon, welcher etwa 80 ccm Luft fasste, wurde bei allen Untersuchungen $^1/_2$ Stunde lang etwa 15 mal in der Minute ausgepresst, sodass das in dem zusammengesetzten Apparate eingeschlossene Luftvolum das Quellwasser viermal durchperlte. Das Quellwasser, welches in reinen, mit Quellwasser mehrfach ausgespülten Flaschen in der Quelle selbst gefüllt und sofort nach Verschluss versandt war, wurde in den meist $^3/_4$ l bis 1 l fassenden Originalflaschen selbst durchperlt, nachdem etwa 30 bis 40 ccm Wasser abgegossen waren. Das benutzte Wasservolum wurde nach beendetem Versuche gemessen.

1) Miss Brooks. Phil. Mag. Sept. 1904. Vol. VIII. Ser. VI.

Die Methode.

Die Messung der Aktivität geschah in der folgenden Weise:

Der vor Erschütterungen geschützte und gut geerdete Apparat wurde unmittelbar nach Beendigung des Durchperlens geschlossen. Den Blättchen wurde alsdann die dem Maximum des Ausschlages entsprechende Ladung erteilt. Zur Ladung wurde stets der negative Pol[1]) der Trockensäule benutzt, da der beobachtete Potentialabfall bei negativer Ladung bis 25% grösser ausfiel als bei positiver Ladung des Elektroskopes. Die Blättchen wurden darauf durch mehrmaliges teilweises Entladen und Laden gezwungen, das Skalenintervall, welches zu den späteren Ablesungen verwendet wurde, zu durchfallen. Dadurch verloren dieselben wenigstens etwas ihrer natürlichen Steifung, deren Einfluss man bei stark aktiven Wässern deutlich an dem ungleichförmig schnellen und ruckweisen Abfallen der Blättchen beobachten kann, und zugleich wurde dadurch erreicht, dass der Einfluss, welchen zumal bei schwach aktiven Wässern die dielektrische Polarisation des Bernsteinknopfes ausüben konnte, verschwand. Dieser ist vielleicht die Ursache dafür, dass der unmittelbar nach Schliessung des Apparates beobachtete Potentialabfall meist etwas zu gross ausfällt. Etwa 1 bis 2 Min. nach Schliessung der Hähne erfolgte die erste Ablesung. Die Blättchen wurden bis zum Maximum ihres Ausschlages geladen und der während einer bestimmten Zeit stattfindende Potentialabfall beobachtet. Der Abfall der Blättchen erfolgte stets vom Maximum ihres Ausschlages aus, da in dieser Stellung einem bestimmten Potentialabfall das grösste Skalenintervall entsprach, und erfolgte nur soweit, als ein gleichförmig schnelles Abfallen gesichert war. Die Beobachtungen wurden, besonders bei stark aktiven Wässern, so eingerichtet, dass eine einmalige Ladung zu mehreren Ablesungen benutzt wurde. So wurde z. B. bei

1) Ebert und Ewers. Physik. Zeitschr. 4. 1902. p. 162.

stark aktiven Wässern nach vollzogener Ladung bei Beginn der vollen Minute, dann nach 5, 10 und 15 sec. der Stand der Blättchen abgelesen. Diese Ablesungen wurden als Ausgangspunkte benutzt. Nach einer halben Minute, 35, 40 und 45 sec., wurde wieder abgelesen, sodass durch entsprechende Zuordnung der letzteren Ablesungen zu den ersteren für den Abfall innerhalb einer halben Minute das Mittel aus vier Beobachtungen genommen werden konnte, wobei die gesamte Beobachtungszeit selbst nur $^3/_4$ Minuten betrug.

Die Ablesevorrichtung wurde dahin modifiziert, dass am vorderen Fenster der Glocke parallel mit der in mm geteilten Skala des Elektroskopes eine Millimeterteilung befestigt wurde, sodass das Auge den äusseren Rand der Blättchen, Skalenteil des Elektroskopes und Skalenteil der Millimeterteilung in einer geraden Linie sah. Die Beleuchtung der Skala zur Nachtzeit geschah mittelst einer kleinen 10 Voltlampe vom hinteren Fenster der Glocke aus. Ein die hintere Glaswand des Elektroskopes bis zur halben Höhe bedeckendes, halbkreisförmiges Stückchen Seidenpapier erzeugte dabei eine recht gleichmässig verteilte Helligkeit. Grössere Temperaturschwankungen, welche Luftströmungen im Inneren des Apparates und damit ein ungleichförmiges Abfallen der Blättchen hervorrufen können, fanden in dem Raume, in welchem der Apparat stand, nicht statt.

Die Berechnung der Abklingungskonstanten λ geschah in folgender Weise:

Etwa 6 bis 10 Stunden nach vollendetem Durchperlen, d. h. nach Schluss des Apparates, wurde der Wert J_0, d. h. der während eines bestimmten Zeitintervalles ι stattfindende Potentialabfall der Blättchen beobachtet. Im Abstande von etwa 5 bis 6 Stunden wurden dann während der folgenden vier Tage weitere Beobachtungen des Potentialabfalles innerhalb desselben Zeitintervalles τ angestellt; diese ergaben die Werte J_t. Durch Einsetzen dieser Werte J_0 und J_t und der Zeit t, welche den zeitlichen Abstand des Wertes J_0 von J_t in Tagen angiebt, in die obige Gleichung:

$$J_0 = e^{-\lambda t} \cdot J_t$$

ergab sich der Wert für λ.

Die Aktivität J des Wassers zur Zeit der Füllung konnte dann mittelst des Wertes λ annähernd berechnet werden aus der Gleichung:

$$J = e^{+\lambda t} \cdot J_0$$

wo also t jetzt die Zeit bedeutet, die vom Zeitpunkte der Füllung bis zum Zeitpunkte der ersten Beobachtung J_0 verstrichen ist.

Diese Werte J_0 und J_t wurden aber noch in geeigneter Weise korrigiert. Diese Korrektur, welche den Einfluss der stets vorhandenen natürlichen Luftionisation auf die Beobachtungen eliminiert, besteht in Folgendem:

Wie schon anfangs bemerkt, verlieren die geladenen Blättchen auch in dem vollkommen ausgetrockneten Elektroskope ihre Ladung sehr allmählich. Dass diese nach vollendeter dielektrischer Polarisation des Bernsteinstopfens statthabende langsame Entladung nicht einem Abfliessen der Elektrizität über die Oberfläche des isolierenden Bernsteinstopfens zuzuschreiben ist, sondern einer geringen Menge von Jonen, welche in der freien Luft stets vorhanden sind, haben Elster und Geitel[2]) und C. T. R. Wilson[3]) nachgewiesen. Diese natürliche Luftionisation bewirkt innerhalb des geschlossenen und gut ausgetrockneten Elektroskopes einen Potentialabfall von durchschnittlich 0,3 bis 0,4 Volt in der Stunde, während der Potentialabfall des mit dem Zerstreuungskörper ausgerüsteten Elektroskopes innerhalb der Glocke bereits 8 bis 10 Volt in der Stunde beträgt. Es zeigte sich nun, dass dieser Potentialabfall innerhalb des geschlossenen und nicht mit Quellwasser-Emanation gefüllten Apparates durchaus nicht konstant blieb, sondern, wahrscheinlich wegen der geringen durch die natürliche Luftionisation den Wandungen der Glocke und dem Zerstreuungskörper mitgeteilten

2) Physik. Zeitschrift 2. 1900. p. 116.

3) Proc. Camb. Phil. Soc. 11. 1900. p. 52. Proc. Royal. Soc. 68. 1901. p. 152.

Aktivität und wegen der Aktivität der Substanz der Glocke mit der Zeit zunahm, und zwar derart, dass er sich schon nach Verlauf von wenigen Tagen verdoppelt hatte. Diesem Verhalten wurde nun bei den oben beschriebenen Messungen in der folgenden Weise Rechnung getragen.

Durch den zusammengesetzten gereinigten Apparat wurde vermittelst des Gebläses etwa 15 Min. lang der freien Atmosphäre entnommene Luft in getrocknetem Zustande gepresst. Dann wurde das Gebläse nebst Trockenvorrichtung und der Apparat in sich geschlossen und das derart abgesperrte Luftquantum vermittelst des Gebläses im Kreisstrome durch Apparat, Trockenvorrichtung und Gebläse gepresst. Nach Schliessung der Hähne wurde sodann der innerhalb einer bestimmten Zeitspanne, meist 15 Min. resp. 1 Stunde, stattfindende Potentialabfall beobachtet. Diese Beobachtungen wurden im Abstande von etwa 5 Stunden einige Tage hindurch fortgesetzt. Da wiederholte Messungen nicht sehr wesentlich verschiedene Resultate lieferten, so liess sich mittelst dieser Beobachtungen eine Tabelle aufstellen, aus welcher die Grösse der natürlichen Aktivität des eingeschlossenen Luftquantums nach einer beliebigen Zeit t sehr angenähert richtig zu erschliessen war, wenn das elektrische Zerstreuungsvermögen der Luft zur Zeit t_0 bekannt war. Die in dieser Tabelle enthaltenen Werte i_t wurden nun den Werten J_t in folgender Weise zugeordnet:

Unmittelbar vor Beginn des Durchperlens der Luft durch das auf Aktivität zu untersuchende Quellwasser wurde der Potentialabfall i_0 gemessen, welchen das in der Glocke eingeschlossene Luftvolum innerhalb 15 Min. erzeugte. Dieses Luftquantum war, wie oben beschrieben, in den Apparat eingeführt und hatte etwa 10 Min. lang den oben skizzierten Zirkulationsprozess in sich vollführt. Wurde dann 10 Stunden nach beendetem Durchperlen ein Potentialabfall J_t, welchen die aktive Emanation des Quellwassers innerhalb 15 Min. hervorbrachte, abgelesen, so wurde von diesem Werte J_t derjenige Wert i_t abgezogen, in welchen laut obiger Tabelle der

anfangs beobachtete Wert i_0 übergegangen war. Wurden in dieser Weise allgemein die Werte des während des Zeitintervalles τ beobachteten Spannungsabfalles um die aus der Tabelle entnommenen auf die gleiche Beobachtungszeit τ reduzierten zugehörigen Werte i_t vermindert, so resultierte die nach diesem Verfahren korrigierte Abklingungskurve der Quellwasseremanation.

Diese so korrigierten Werte J_0 und J_t wurden der Berechnung von λ zu Grunde gelegt.

Nach Beendigung der Untersuchung eines Quellwassers wurde der Apparat geöffnet, mit destilliertem Wasser ausgespült, getrocknet und mit Watte kräftig nachgerieben. Bei stark aktiven Wässern war es auch von Wichtigkeit, den hohlen Zerstreuungskörper mit trockener Luft auszuspülen. Die Untersuchung der nächstfolgenden Wasserprobe wurde erst dann wieder vorgenommen, wenn die oben angegebenen Werte des Potentialabfalls für den nicht mit Emanation gefüllten Apparat wieder erreicht waren.

Bezüglich der theoretischen Seite dieser Methode mag folgendes gesagt werden:

Die aktiven Substanzen Emanium und das mit ihm identische Aktinium, ferner Thor und Radium teilen Körpern in ihrer Nachbarschaft ihre Aktivität mit. Zur Erklärung dieser Erscheinung der mitgeteilten Aktivität macht Rutherford die Annahme, dass jede der obigen Substanzen dauernd ein aktives, Emanation genanntes Gas abgibt. Dieses für jede der obigen Substanzen charakteristische materielle Gas verhält sich einerseits wie ein gewöhnliches Gas, d. h. es verbreitet sich in dem den radioaktiven Körper umgebenden Gase und ist mit diesem transportabel und diffusionsfähig, unterliegt dem Mariotte Gay-Lussacschen Gesetze, ist verflüssigbar und wird nach Rutherfords Vorgange in die Familie der Edelgase eingereiht. Andererseits aber unterscheidet es sich wesentlich von allen bisher bekannten Gasen durch die Eigenschaft, unbeständig zu sein, d. h. zu zerfallen unter Aussendung von Strahlen und Erzeugung anderer

unbeständiger materieller radioaktiver nicht flüchtiger Körper, welche sich an die Oberfläche der festen Körper setzen und durch ihre Gegenwart eben deren mitgeteilte Aktivität bedingen. Die Menge der so erzeugten materiellen radioaktiven Körper ist erfahrungsgemäss proportional der Menge der einwirkenden aktiven Substanz, und, da diese Menge einwirkender aktiver Substanz ihrerseits auch proportional ist der erzeugten Emanation, auch direkt proportional der vorhandenen Menge Emanation. Es stellt sich daher in einem einen aktiven Körper enthaltenden Raume ein Gleichgewichtszustand her, wenn die Emanationsmenge in dem Raume eine solche ist, dass der von der spontanen Vernichtung herrührende Verlust an Emanation gerade den fortlaufenden Zuwachs an Emanation aufhebt, der seine Quelle in dem aktiven Körper hat. Ist dieser Zuwachs an Emanation nicht mehr vorhanden, d. h. wird zu einer bestimmten Zeit der die Emanation erzeugende Körper dem aktivierten Raume entzogen, oder wird in den zu aktivierenden Raum überhaupt nur die Emanation eingeführt, so zerfällt diese, wie oben bemerkt, von selbst unter Aussendung von meist komplexen Strahlen, wobei die Strahlung das früher erklärte Exponentialgesetz:

$$J_t = e^{-\lambda t} \cdot J_0$$

streng befolgt. Im Falle, dass nur die Emanation in den zu aktivierenden Raum eingeführt wird, wird allerdings dieser Zerfall erst einige Zeit nach der Einführung der Emanation als diesem Gesetze streng folgend beobachtet werden können, und dieser Zeitpunkt wird, wie die obige Theorie mit der Erfahrung in Übereinstimmung lehrt, erst dann eintreten, wenn ein stationärer Zustand in dem Zerfallprozess der Emanation eingetreten ist, derart, dass die Strahlung der von der zerfallenden Emanation erzeugten aktiven Körper proportional abnimmt mit dem Zerfall der Emanation. Dieser letztere Fall, in welchem also das obige einfache Exponentialgesetz für jede der genannten Emanationen gilt, ist für die vorliegende Untersuchung lediglich von Wichtigkeit.

Wird aber ein Körper, welcher durch Emanation aktiviert worden ist, der Einwirkung der Emanation entzogen, derart, dass er sich an der freien Luft entaktivieren muss, so hängt das Gesetz der Entaktivierung wesentlich von der Zeit ab, während welcher der Körper mit der Emanation in Berührung war. Hat die Einwirkung der Emanation nur sehr kurze Zeit stattgefunden, so ist das Gesetz der Entaktivierung sehr kompliziert, und nur in den Fällen, in welchen die Dauer der Einwirkung der Emanation die Zeit von mindestens 24 Stunden erreicht hat, wird das Gesetz der Entaktivierung durch die Differenz zweier Exponentialfunktionen angegeben:

$$J_t = J_o \cdot [K \cdot e^{-b \cdot t} - (K-1)\, e^{+c \cdot t}]$$

wo K, b, c Konstante sind.

In dem für die vorliegende Untersuchung in Frage kommenden Falle gilt jedoch das obige einfache Exponentialgesetz, und in diesem bedeutet λ eine für jede der aktiven Substanzen charakteristische Konstante.

Damit rechtfertigt sich zunächst die angewandte Methode als einwandfrei.

Das Verhalten der einzelnen Emanationen, d. h. die Werte für T und damit die Werte für λ sollen nun weiter angegeben werden, da die Gegenwart jeder der genannten Emanationen in einem Quellwasser zunächst gleich wahrscheinlich ist.

Die Emanation des Aktiniums und des ihm identischen Emaniums zerfällt bereits innerhalb der ersten 3,9 Sekunden bis zur Hälfte, sodass für diese Substanz der Wert T 3,9 Sekunden beträgt. Die durch diesen Zerfall der Emanation den benachbarten festen Körpern mitgeteilte Aktivität sinkt in ungefähr 36 Minuten zur Hälfte ab. Die Emanationen dieser beiden identischen Substanzen zerfallen also schon beim Einführen in einen etwas grösseren Raum, ehe sie den ganzen ihnen dargebotenen Raum gleichmässig durchsetzen konnten. Ganz ähnlich verhält sich die Thoremanation, für welche T 54 Sekunden beträgt. Auch sie vermag wegen

ihrer kurzen Lebensdauer nicht einen etwas grösseren Raum gleichmässig zu erfüllen. Bei ihrem Zerfall teilt sie festen Körpern in ihrer Nachbarschaft Aktivität mit, und diese Substanzen verlieren ihr Strahlungsvermögen derart, dass dasselbe jedesmal in der Periode von 11 Stunden auf die Hälfte sinkt.

Die dritte der bisher bekannten und durch den Wert T eindeutig definierten Emanationen ist die Radium-Emanation. Sie besitzt fast genau die gleichen chemischen und physikalischen Eigenschaften wie die Emanationen der obigen drei Elemente, und der Charakter der Produkte, welche bei ihrer radioaktiven Desaggregation entstehen, ist sehr ähnlich denjenigen der Zerfallprodukte der anderen Emanationen. Wesentlich unterscheidet sie sich aber von diesen durch eine viel langsamere Umwandlung. Der Wert für T wird von verschiedenen Beobachtern annähernd zu 3,8 Tagen angegeben. Infolge dieses verhältnismässig langsamen Verschwindens sammelt sich daher die Radiumemanation auch in viel grösserer Menge an, da ja die Menge einer Übergangsform, welche einer Anhäufung fähig ist, ihren Gleichgewichtswert dann erreicht, wenn die Menge, welche in der Sekunde entsteht, gleich ist der Menge, welche in der Sekunde zerfällt. Daraus geht hervor, dass ein Quellwasser, auch wenn es die sämtlichen genannten Emanationen aufgenommen hat, aber, wie bei vorliegender Untersuchung, erst erhebliche Zeit nach der Füllung entaktiviert wird, den grössten Teil seiner Aktivität okkludierter Radiumemanation verdanken muss. Diese auf Grund der Desaggregationstheorie gezogenen Schlüsse sind durch quantitative Versuche, welche Rutherford und Soddy[4]) an künstlich hergestellten Radium- und Thoremanation enthaltenden Lösungen ausgeführt haben, gesichert worden.

Dieser ihrer verhältnismässig langen Lebensdauer verdankt die Emanation des Radiums nun weiter die Fähigkeit, einen auch erheblich grossen Raum homogen erfüllen zu

4) Rutherford und Soddy. Phil. Mag. 1903. Ser. VI. Vol. V. pag. 450.

können, bevor ein merklich grosser Bruchteil zerfallen ist, sodass mit Sicherheit anzunehmen ist, dass bei der oben beschriebenen Versuchsanordnung die aus dem Quellwasser ausgewaschene Emanation das von dem Versuchszylinder abgeschlossene Luftquantum gleichmässig durchsetzt hat. Eine weitere Folge dieser langsamen Umwandlung der Radiumemanation ist auch die Erscheinung, dass die Entladungsgeschwindigkeit des Elektroskopes unter der Glocke in den ersten $2^1/_2$ bis $2^3/_4$ Stunden nach Einführung der Radiumemanation in die Glocke bedeutend, um etwa 35 bis 38 %, zunimmt, was, wie oben erörtert, seinen Grund darin hat, dass erst nach dieser Zeit der Gleichgewichtszustand erreicht ist. Da dieselbe Erscheinung auch, nahe quantitav gleich, bei Einführung der dem Quellwasser entzogenen Emanation beobachtet wird, so spricht auch dieser Umstand dafür, dass die Aktivität der Quellwässer zum grössten Teile okkludierter Radiumemanation zuzuschreiben ist.

Damit ist die Rechtfertigung dafür gegeben, dass der Berechnung der Beobachtungen das einfache Exponentialgesetz:

$$J_t = e^{-\lambda t} \cdot J_0$$

welches für die Radium-Emanation als streng giltig nachgewiesen wurde, zu Grunde gelegt wurde, und zwar unter der Annahme, dass λ einen konstanten Wert besitze.[5])

Die Berechnung der Beobachtungen.

Den Berechnungen wurden stets die nach dem oben beschriebenen Verfahren verbesserten Werte von J_t zu Grunde gelegt, wobei die Zeit, innerhalb welcher der in Volt ge-

5) Eine Erweiterung dieser Ausführungen bezw. eine Hindeutung auf noch andere Emanationen bilden die Ergebnisse der Untersuchung, welche A. Batelli, A. Occhialini und S. Chella an den Quellen von S. Giuliano durchführten. Sie fanden den mittelst der bisher bekannten Emanationen nicht herstellbaren Wert T = 6 Tage für die sehr aktive Emanation dieser Quellen. Physik. Zeitschr. VIII, S. 65.

messene Spannungsabfall J_t beobachtet wurde, für die einzelnen Quellwässer je nach ihrer Aktivität verschieden, für je ein Quellwasser aber über die ganze Versuchsreihe konstant war.

Bereits an früherer Stelle ist auseinandergesetzt, in welcher Weise die Werte für λ, von dem ersten Werte J_o zu jedem folgenden J_t fortschreitend, ermittelt wurden. Aus n Beobachtungen liessen sich auf diese Weise (n—1) Werte für λ ableiten, deren Mittelwert dann den gesuchten Wert für die Abklingungskonstante λ der Emanation des Quellwassers darstellte.

Da aber im vorliegenden Falle die gesuchte Grösse λ nicht das direkt gemessene Objekt war, sondern erst aus den Beobachtungen der anderen Grössen J_t gesetzmässig abgeleitet werden musste, so konnte nach den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung das wahrscheinlichste Resultat als einfaches arithmetisches Mittel nicht gewonnen werden. Es wurde demnach dieser wahrscheinlichste Wert λ und mit ihm zugleich der wahrscheinlichste Wert für J_o auf einem zweiten Wege mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Betrachtet man nämlich in der Gleichung:

$$J_t = e^{-\lambda \cdot t} \cdot J_o$$

$$\log \text{nat}\, J_t = \log \text{nat}\, J_o - \lambda \cdot t$$

die Grössen:

$$A = \log \text{nat}\, J_o$$

$$B = \lambda$$

als Unbekannte, so kann man nach der Methode der kleinsten Quadrate, die wahrscheinlichsten Werte dieser durch die bekannte Grösse

$$u = \log \text{nat} \cdot J_t$$

in Abhängigkeit zu einander gesetzten Grössen A und B aus dem System von n Gleichungen der Form:

$$u = A - B \cdot t$$

berechnen. Es resultieren dann als Bestimmungsgleichungen für die wahrscheinlichsten Werte von λ und log nat J_o die beiden Gleichungen, falls n Beobachtungen vorliegen:

$$\lambda = \frac{n \cdot \Sigma (t \cdot \lg \text{ nat } J_t) - \Sigma (t) \cdot \Sigma (\log \text{ nat } J_t)}{[\Sigma (t)]^2 - n \cdot \Sigma (t)^2}$$

$$\log \text{ nat } J_o = \frac{\Sigma (t) \cdot \Sigma (t \cdot \log \text{ nat } J_t) - \Sigma (\log \text{ nat } J_t) \Sigma (t)^2}{[\Sigma (t)]^2 - n \cdot \Sigma (t)^2}$$

Mittelst des obigen als arithmetisches Mittel gefundenen Wertes λ und des beobachteten Wertes J_o und mittelst dieser mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate gefundenen Werte von λ und J_o wurden dann rückwärts die zugehörigen Werte J_t gemäss der Gleichung

$$J_t = e^{-\lambda t} \cdot J_o$$

berechnet.

Um ein vergleichendes Mass über die in den einzelnen Quellen enthaltene Menge von Emanation zu gewinnen und damit einen Vergleich der Aktivität der einzelnen Quellen untereinander anstellen zu können, wurde die Aktivität von 1 l Quellwasser am Ursprung in der folgenden Weise berechnet:

Die in 1 l Quellwasser enthaltene Emanationsmenge vermöge, wenn sie ganz zur Wirkung gelangen würde, den elektrostatisch gemessenen Strom i_o zu liefern. Da nun a Liter Wasser benutzt wurden, so könnten diese den Strom:

$$a \cdot i_o$$

geben. Nun verteilt sich aber die in dem Quellwasser enthaltene Emanationsmenge bei der beschriebenen Versuchsanordnung während des Durchperlens auf die a Liter Quellwasser, auf das von den Flaschenhälsen, Trockenrohren, Verbindungsschläuchen und Druckballon eingeschlossene Volum v und auf den Inhalt der Glocke V, sodass nur das Volumen V zur Wirkung kommt. Da nun weiter die von a Liter Wasser aufgenommene Emanationsmenge gleich ist der von etwa

$$\frac{a}{3{,}0}$$

Liter Luft aufgenommenen Emanationsmenge, wobei der Verteilungskoeffizient 3 definiert ist als:

$$3 = \frac{\text{Dichte der Emanation in Luft}}{\text{Dichte der Emanation in Wasser}}$$

so wird also im vorliegenden Falle der von a Liter Quellwasser gelieferte Strom den Wert haben:

$$\frac{a \cdot i_o \cdot V}{v + V + \frac{a}{3{,}0}}$$

War nun andererseits J_o der Voltabfall in τ Minuten, so entsprechen diesem

$$\frac{J_o}{300}$$

elektrostastische Einheiten des Potentials und demnach pro Sekunde der in elektrostatischen Einheiten gemessene Spannungsabfall:

$$\frac{J_o}{300 \cdot 60 \cdot \tau}$$

oder, wenn k die Kapazität des Systems in cm bezeichnet, der in elektrostatischen Einheiten gemessene Strom:

$$\frac{k \cdot J_o}{300 \cdot 60 \cdot \tau}$$

Durch Gleichsetzen der beiden Werte ergibt sich:

$$i_o = \frac{k \cdot J_o}{300 \cdot 60 \cdot \tau} \cdot \frac{v + V + \frac{a}{3{,}0}}{a \cdot V}$$

Diesen Strom würde demnach die in 1 Liter Quellwasser enthaltene Emanationsmenge zur Zeit der Beobachtung des Wertes J_o unterhalten können, wenn sie ohne Verluste in die Versuchsglocke eingeführt werden könnte.

Da nun die Aktivität J zur Zeit der Füllung mit der Aktivität J_o durch das Gesetz:

$$J_o \cdot e^{\lambda t} = J$$

verbunden ist, wo λ die Abklingungskonstante und t die vom Augenblick des Schöpfens bis zur Beobachtung des Wertes J_o verstrichene Zeit in Tagen darstellt, so lässt sich mit Hilfe des derart zu ermittelnden Wertes J aus der Gleichung:

$$\frac{J_o}{J} = \frac{i_o}{i}$$

auch die Zahl i der elektrostatischen Stromeinheiten ermitteln, welche die in 1 Liter Quellwasser im Augenblick des Schöpfens enthaltene Emanationsmenge entladen könnte.

Für λ wurde bei dieser letzteren Berechnung stets der Wert der Abklingungskonstanten:

$$\lambda = 0{,}18672 \text{ Tag}^{-1}$$

für reine Radium-Emanation gewählt, sodass die derart gefundenen Werte i nur als mit grosser Annäherung richtige Werte zu bezeichnen sind.

Damit ist aber ein Mass gewonnen, welches als Einheit bei dem Vergleiche der Aktivität der Quellen untereinander zu Grunde gelegt werden kann.

Die schlesischen Heilquellen.

Der zur norddeutschen Tiefebene gehörige Teil Schlesiens, welcher in seiner Längsrichtung von dem Laufe der Oder durchschnitten südwestlich von dem niederschlesischen Gebirge begrenzt wird, besitzt fast nur diluviale Ablagerungen. Ganz vereinzelte Inseln älterer Formationen, meist Trias mit teilweisen Einlagerungen von Basalt und Phonolit ragen im nordwestlichen Teile aus dieser diluvialen Ebene hervor. Diese Inseln werden zahlreicher, flächengrösser und geologisch älter, je weiter südöstlich sich diese diluviale Ebene zu beiden Seiten der Oder vorschiebt, bis die diluvialen Ablagerungen allmählich mehr und mehr zurücktreten und im äussersten Südosten, in dem höchstgelegenen Teile dieser Ebene, zusammenhängende Gebiete älterer Formation hervortreten.

Diese diluviale Ebene besitzt gegen Südwesten in der von Südosten nach Nordwesten verlaufenden sudetischen Randlinie eine äusserst scharfe Begrenzung. Hier stossen die diluvialen Schichten unvermittelt an kompakte Gesteinskomplexe älterer Formationen, welche wie ein schirmender Wall das Vordringen der diluvialen Ablagerungen verhinderten. Hinter jener Randlinie liegen die meist aus krystallinischem Gebirge bestehenden Höhenzüge, aus deren zahlreichen Spalten

und Verwerfungslinien die schlesischen Heilquellen hervorbrechen. Dieses südwestliche Urgebirge Schlesiens, welches nur in den Einbrüchen des älteren Gebirges jüngere Formationsserien besitzt, stösst nach Süden zu in einer fast nord-südlich verlaufenden Linie an die jüngeren Schichten des Devon, welcher seinerseits in einer ebenfalls nord-südlich verlaufenden Linie von Schichten des Kohlenkalkes begrenzt wird, auf welche die lockeren Sedimente des marinen Miocän folgen. Im Norden aber wird dieses Urgebirge in einer ost-westwärts verlaufenden Randlinie von einer Reihe sedimentärer, meist diluvialer Ablagerungen begrenzt, welche die Randlinie häufig durchbrechend in schmalen verästelten Lappen bis tief in das krystallinische Gebirge eingreifen.

Dies so umgrenzte Gebiet umfasst den Ursprung aller schlesischen Heilquellen.

Die Mehrzahl der Quellen, soweit sie nicht juvenilen Ursprungs sind, entsteht allgemein unmittelbar aus den meteorischen Wassern, aus denen des Regens, der niederfallenden Nebel und des geschmolzenen Schnees. Ein grosser Teil dieser Wässer dringt, wenn er auf Wasser durchlassenden, losen, porösen oder zerklüfteten Boden trifft, in die Erde ein, und sinkt, rascher oder langsamer, je nach der Natur der Gesteine, worin er sich bewegt, so lange nieder, bis er auf eine Wasser nicht durchlassende Unterlage gelangt, die das weitere Niedersinken verhindert. Eine solche Unterlage, auf der sich Wasser ansammeln können, kann jedes unzerklüftete Gestein abgeben. Vorzugsweise dienen hierzu, besonders im sedimentären Gebirge, die tonigen Gesteine, auf denen das Wasser der Schichtenneigung folgend abläuft, um dann als Schichtquelle zu Tage zu treten.

Von diesen gewöhnlichen Schichtquellen unterscheiden sich die Verwerfungsquellen, welche in Bruchgebirgen auf

---

cfr. Geologische Übersichtskarte von Schlesien. G. Gürich. Breslau 1890. Geognostische Karte des niederschlesischen Gebirges. Beyrich, Roth, Rose, Runge. Berlin 1867. Geologische Karte von Oberschlesien. F. Roemer. 1870.

den geologischen Verwerfungsspalten auftreten, wo einzelne Gebiete durch Bruch und Verstürzen der Schichten aneinander abgesunken sind, wo also Tafelbrüche, Staffelbrüche oder Grabenversenkungen im Gebirge erscheinen. Solche Quellen treten aber, besonders in krystallinischen Gebirgen, an Gesteinsgrenzen auf, so an den Grenzen massiger gegen massige und schiefrige Gesteine und der verschiedenen zerklüfteteren und dichteren Schiefer gegeneinander, auf Klüften, die durch Einbrüche des Urgebirges entstanden und mit den Schichten jüngerer Formationsserien angefüllt sind, auf drusenreichen Mineral- und Erzgängen, längs deren Ausgehendem fast stets Quellwasser erscheint. Auch dort, wo eruptive Gesteine, wie Laven, Basalte, Trachyte auf einer Wasser nicht durchlassenden Unterlage auflagern, treten ebenfalls die Quellen längs der Gesteinsgrenzen beider auf. Denn auch die Entstehung der Vulkane ist vielfach an diese Bruchlinien gebunden, da bei einem genügend tief reichenden Bruche der Eruptivmasse längs dieses Bruches Gelegenheit zum Empordringen gegeben ist.

Diesen zuletzt beschriebenen Charakter von Verwerfungsquellen besitzen fast alle schlesischen Heilquellen.

Des weiteren verdanken diese Quellen ihrer geologischen Lage aber auch ihren chemischen Charakter, insofern sie nicht als blosse Trinkwasserquellen, sondern als Mineralquellen zu Tage treten. Wenn nämlich das in die Tiefe versickernde Wasser auf seinem Wege Ausströmungen von Kohlensäure begegnet, die als Reste erloschener vulkanischer Tätigkeit längs den Verwerfungsspalten der Erdkruste emporgepresst werden, so absorbiert das Wasser einen grossen Teil dieser Gase, und dieses derart mit Kohlensäure unter starkem Druck beladene Wasser gewinnt die Fähigkeit, in mehr oder minder energischer Weise auf sämtliche Gesteine zersetzend einzuwirken. Zu gleicher Zeit aber presst dann die Kohlensäure das Wasser, welches die Hohlräume und Kanäle der Spalte erfüllt und damit den Gasausströmungen den Abfluss abschneidet, zu Tage, wo es als mineralhaltiger Kohlensäuerling mit alkalischer, eisenhaltiger oder schwefliger Natur auftritt,

je nach der Zusammensetzung der Schichten, welche es durchsetzt hat.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, in wie engem Zusammenhange die schlesischen Heilquellen mit der Anordnung des schlesischen Gebirges stehen, dessen Bau im Folgenden im Zusammenhange mit der geologischen Lage der einzelnen Quellen näher dargestellt werden soll.

Der nordwestliche Teil des oben beschriebenen schlesischen Gebirges, nämlich das Iser-Gebirge, das Riesen-Gebirge und der Landshuter Kamm, besteht aus Schichten der archäischen Formation. Stark gefaltete Gneisse und Tonschiefer, die von zahlreichen Sprüngen durchsetzt in ihrer Schichtung in hohem Masse gestört sind, Glimmer- und Hornblendenschiefer bilden die grossen Massive des von tiefen Spalten durchzogenen krystallinischen Urgebirges. Als massige Einlagerungen finden sich in diesem Urgebirge Kalk, Dolomit und Quarzit und die Eruptivgesteine Granit, Granitit und Gabbro. Hart an der Stelle, wo über dieses nach Norden und Nordwesten in sehr allmählichem Abfall sinkende krystallinische Urgebirge diluviale Schichten in Einbrüchen des Urgebirges übergreifen, liegen die Warmbrunner Quellen. Westlich von dieser Quellspalte, noch ganz im Riesengebirgsmassiv, liegt auf einer nicht minder scharfen Grenzlinie zwischen Gneiss- und Glimmerschiefer, welcher sich in ostwestlicher Richtung oberhalb Flinsberg als schmale, lange, krystallinischen Kalk führende Zunge in das Gneissgebiet einschiebt, das Quellgebiet von Flinsberg.

In ganz ähnlicher Beziehung wie die Quellgebiete von Warmbrunn und Flinsberg im Nordosten stehen die Quellgebiete von Reinerz und Landeck im Südosten des schlesischen Gebirges. Die Quellen von Landeck liegen wie die Quellen von Flinsberg ganz im archäischen Formationsgebiete, und zwar wie diese ebenfalls auf einer Grenzlinie, längs deren sich ein schmaler Streifen von Glimmerschiefer in den massigen Gneisskomplex des Reichensteiner Gebirges einschiebt. Während aber der Glimmerschiefer des Quellgebietes

von Flinsberg an massigen Einlagerungen nur ein einfaches Gestein, den krystallinischen Kalk, führt, besitzt das Landecker Quellgebiet ausser dem zumeist in Tonschiefer eingelagerten krystallinischen Kalk auch massige Einlagerungen von Eruptivgesteinen in unmittelbarer Nähe. Zahlreiche Basalt- und Phonolitstücke zersprengen in der Gegend von Landeck und nur in dieser Gegend die schmale Glimmerschieferzone, welche im Nordwesten diluviale Ablagerungen glatt abschneiden. Fast genau westlich von Landeck liegt Reinerz im Habelschwerdter Gebirge ebenfalls auf einem Grenzgebiete der archäischen Formation, aber wie Warmbrunn auf einer solchen Grenzlinie, längs deren an die archäische Formation eine jüngere Formationsschicht, hier der Cenomanhorizont der oberen Kreide, anstösst. Hier greifen die jüngeren Formationsschichten in unregelmässigen Lappen in das krystallinische Gebirge in grosser Mächtigkeit ein. Glimmerschiefer mit Einlagerungen von krystallinischem Kalke und Gneisse in unbedeutender Ausdehnung bei gänzlichem Fehlen von Eruptivgesteinen umgeben auf der südlichen Seite die ost-westlich verlaufende Quellspalte von Reinerz, während nördlich sandige, kalkige und thonige Gesteine in breiter Ausdehnung vorgelagert sind.

Ähnlich wie das Quellgebiet von Reinerz liegt auch das Quellgebiet von Langenau und von Kudowa im Erlitzgebirge ebenfalls je auf einer Gesteinsgrenze zwischen archäischem Gebirge und jüngeren Ablagerungen. Die Quellen von Langenau treten wie die Quellen von Reinerz im Glimmerschiefergebiete auf, dort, wo sich längs des Neissetales die Schichten der oberen Kreide und des Kohlenkalkes in einem beiderseits von krystallinischem Gebirge eingeschlossenen schmalen, langen Streifen hinschieben. Während aber dieser Kreidehorizont in der Mitte der Mulde nahezu horizontal geschichtet liegt, mit nur geringen Innenneigungen an den Rändern, sind in der äusserst schmalen Zone in der Langenauer Gegend an der Grenze gegen das anstossende krystallinische Gebirge diese Schichten steil aufgerichtet

oder selbst überstürzt und von zahlreichen weissen, glänzenden Glimmerblättchen durchsetzt.

In nicht so einfacher Form wie bei den bisher beschriebenen Gesteinsgrenzen tritt bei Kudowa die Grenzlinie zwischen archäischer Formation und den jüngeren Ablagerungen auf. Ein im Südosten von Glimmerschiefer begrenzter Granitkomplex stösst westlich an eine langgestreckte, äusserst schmale Amphibolitschicht, die ihrerseits von einer wenig breiteren, parallel verlaufenden Schicht des Rotliegenden begrenzt wird. An der Spitze dieser langgestreckten, nach Nordwesten ragenden Zunge, welche ringsum von Ablagerungen des Kohlenkalkes umgrenzt wird, liegen die Quellen von Kudowa. Sie treten aus diesem von reichlichem dunkelgrünen Glimmer und Oligoklas durchsetzten Granite zu Tage, dessen Einlagerungen vulkanischer Tätigkeit ihren Ursprung verdanken.

Die bisher betrachteten Quellspalten lagen alle auf Grenzlinien zwischen zwei oder wie bei Kudowa mehreren Formationsserien, deren eine aber stets der archäischen Formation angehörte. Dies gilt nicht mehr von den beiden Quellgebieten von Alt-Heide und Hermsdorf.

Die Quellen von Alt-Heide entspringen auf einer Grenzlinie zwischen Cenoman und oberer Kreide am Südabhange der östlichen Ausläufer des Heuscheuergebirges im Kreidegebiete. Der Plänersandstein, ein thoniger Kalkstein, bildet die wasserundurchlässige, untere Schicht, über welcher durchlässige Sandsteinschichten der Kreideformation lagern.

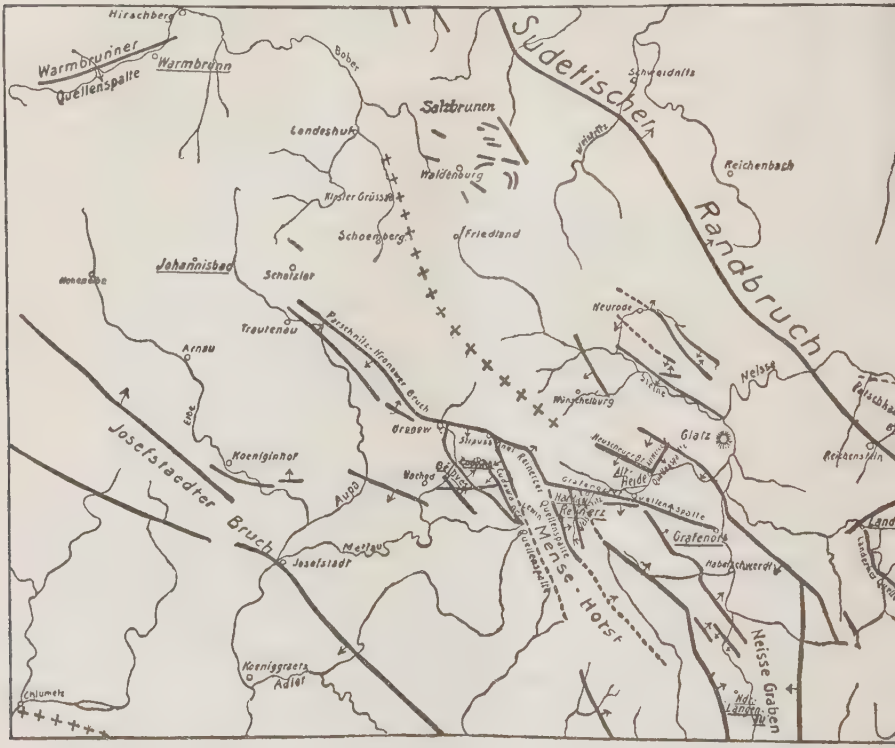
Auf einer den krystallinischen Komplexen des Riesengebirges vorgelagerten Insel in der diluvialen Ebene entspringen die Quellen von Hermsdorf im Silurgebiete. Im Norden treten die diluvialen Ablagerungen unmittelbar an diese Insel heran, während im Süden dieses von zahlreichen Basalt- und Phonolitstücken durchsetzte Silurgebiet allmählich unter die hier wenig mächtige Culmformation sinkt. Auf diesem Grenzgebiete zwischen Cenomanquadern und silurischen Thonschiefern liegen die Quellen von Hermsdorf.

Die folgende Tafel[1]) ermöglicht in gedrängter Form eine Übersicht über die soeben beschriebene geologische Lage und den Charakter der untersuchten Mineralquellen:

Quelle zu:	Charakter der Quelle:	Ursprungsgebiet:
Alt-Heide	Reine Eisenquelle Alkalischer Eisensäuerling	Kreide
Flinsberg	Reine Eisenquelle Eisensäuerling	Gneiss
Reinerz	Erdige Eisenquelle Alkalisch-erdiger Eisensäuerling	Glimmerschiefer
Langenau	Erdige Eisenquelle Schwach erdiger-alkalischer Eisensäuerling	Carbon und Gneiss
Hermsdorf	Erdige Eisenquelle	Cenomanquader und silurische Thonschiefer
Kudowa	Salinisches Eisenwasser Kochsalz- u. Glaubersalzhaltiger Eisensäuerling	Kreide und Granit
Landeck	Schwefelwasser	Glimmerschiefer und Gneiss
Warmbrunn	Indifferentes Wasser	Granitit.

1) cfr. G. Gürich. Geologische Übersichtskarte von Schlesien. Breslau 1890. Anhang II.

Die angefügte kleine Übersichtskarte [1]) lässt den Verlauf der Verwerfungslinien deutlich erkennen.



Die schlesischen Quellen entspringen überall dort, wo Störungen des Gebirges auftreten. Dies gilt besonders von den Teilen des Gebirges im Süden von Glatz. Hier liegt ein Kreuzungspunkt der längs der Thalränder der oberen Neisse in nord-südlicher Richtung verlaufenden Brüche mit den Verwerfungsspalten, welche in nordwest-südöstlicher Richtung der Längserstreckung der nördlichen Sudeten folgen. In diesem Gebiete treten die Quellen von Reinerz, Kudowa und

1) Aus einem in der Schlesischen Zeitung abgedruckten Aufsatze des Herrn Geheimrat Frech, Breslau, mit gütiger Erlaubnis des Verfassers.

Langenau auf. Bei Landeck und Alt-Heide, welche ebenfalls in diesem Gebiete liegen, tritt noch eine dritte nordost-südwestlich verlaufende, das schlesische Gebirge quer zur Längsrichtung aufspaltende Störungsrichtung hinzu. Auch die im Riesengebirge gelegenen Quellen von Flinsberg und Warmbrunn treten ebenso wie die im Katzbachthal entspringenden Mineralbrunnen von Hermsdorf auf Querspalten des schlesischen Gebirges auf.

Aus dem über die geologische Lage der schlesischer Heilquellen Gesagten geht nun schon hervor, dass der Hinweis, diese Quellen auf ihren Gehalt an radioaktiven Sub stanzen zu untersuchen, ein glücklicher war. Die von Giesel[1]) an sizilianischer Ackererde durchgeführte Analyse, welche das Vorkommen verhältnismässig grosser Mengen aktiver Substanzen in diesem von verwitterten vulkanischen Substanzen durchsetzten Boden ergab, und die von Elster und Geitel an zahlreichen Quellen, Sedimenten und Bodenproben durchgeführten Untersuchungen ergaben bestimmte Gesichtspunkte für die Beurteilung natürlicher Substanzen auf ihren Gehalt an aktiver Materie. Alle aus diesen Untersuchungen resultierenden, für das Vorhandensein aktiven Substanzen günstigen Bedingungen treffen für die schlesischen Heilquellen zu. Zwei wesentliche Bedingungen, nämlich das Alter der Gesteine, auf dessen wichtige Rolle bei der Beurteilung der Aktivität schon Rutherford[2]) hinweist, und die zahlreichen Spuren vulkanischer Tätigkeit sind nach den obigen Ausführungen in ausgesprochenstem Masse für fast alle Quellen des schlesischen Gebirgslandes erfüllt.

Vergleichende Versuche mit Radium-Emanation.

Das früher geschilderte Verfahren, nach welchem der Einfluss der natürlichen Luftionisation auf den Verlauf der Abklingungskurve in Rechnung gezogen wurde, unterlag zur

1) Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jan. 1905.
2) Radioactivity. 1905. Appendix B. pag. 554.

nächst einer Prüfung derart, dass unter Zugrundelegung dieses Verfahrens die Abklingungskonstante λ für reine Radium-Emanation und für den benutzten Apparat ermittelt wurde. Es wurden mehrere verschieden starke, künstlich mit Radium-Emanation beladene Wasserproben untersucht, deren Gehalt an Emanation so bemessen war, dass jedem Quellwasser näherungsweise ein derartig künstlich hergestelltes, reine Radium-Emanation enthaltendes, aktives Wasser zugeordnet werden konnte. Das Luftquantum, welches die an Radium-Emanation reichste Wassermenge durchperlt hatte, vermochte nach seiner Einführung in den Untersuchungsapparat etwa 4000 Volt in einer Stunde zu zerstreuen, während die an Emanation ärmste, künstlich aktivierte Wassermenge dem gleichen Luftquantum ein Zerstreuungsvermögen von 40 Volt in einer Stunde zu erteilen vermochte. Innerhalb dieser Grenzen lag auch die Aktivität der untersuchten Quellwässer.

Wurde ein derart mit reiner Radium-Emanation beladenes Luftquantum in die Glocke des Untersuchungsapparates eingeführt, so ergab sich, wenn bei der Berechnung die der natürlichen Luftionisation entsprechende Korrektion angebracht wurde, in allen Fällen für die Abklingungskonstante λ ein Wert, welcher innerhalb des Intervalles:

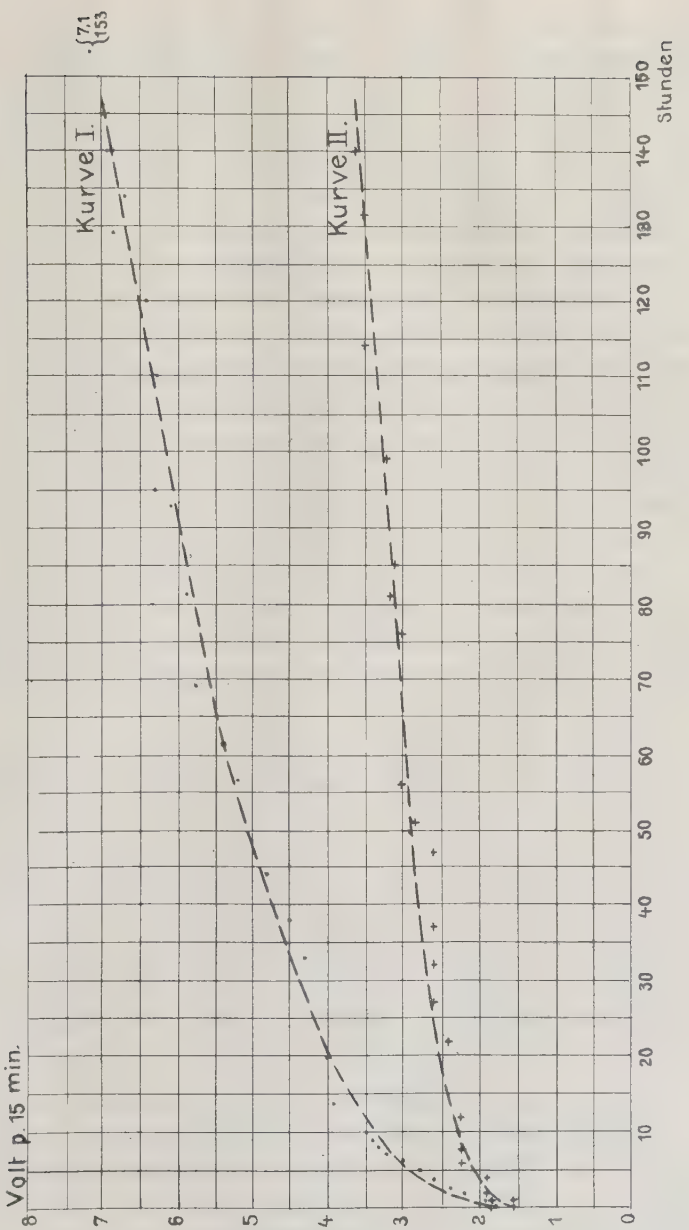
0,180 bis 0,181

lag. Damit war die Berechtigung, den Einfluss der natürlichen Luftionisation durch eine Korrektion zu eliminieren, erbracht, zumal es ohne Anbringung dieser Korrektion nicht gelang, für die Abklingungskonstante λ einen konstanten Wert zu erhalten, wenn man, von dem ersten beobachteten Werte J_0 ausgehend, gemäss der Gleichung

$$J_t = e^{-\lambda t} \cdot J_0$$

mittelst der beobachteten Werte J_t und t den Wert λ berechnete.

Die Kurve für den Verlauf der natürlichen Luftionisation wurde in Halle im Turmzimmer des Physikalischen Institutes zu Anfang Juni 1905 mehrere Male aufgenommen. Diese Kurve I, die auf der nebenstehenden Tafel dargestellt ist, wurde Anfang August in Magdeburg unverändert gefunden


Volt p 15 min.
8
7
6
5
4
3
2
1
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
Stunden
Kurve I.
Kurve II.
7.1
153

und demgemäss als Korrektionskurve den Beobachtungen bis zum Dezember zu Grunde gelegt. Im Laufe des Dezember und Januar wurde dann, als wegen beginnenden stärkeren Frostes eine Versendung von Quellwasser unterbleiben musste, versucht, diese Kurve für die natürliche Luftionisation auf geringere Werte herabzudrücken. Das Kurvenbild II auf der vorstehenden Tafel zeigt das Resultat dieser Versuche. Die Glocke und der Teller des Untersuchungsapparates wurden, da ein Auswaschen mit destilliertem Wasser keinen Erfolg hatte, mit verdünnter Salpetersäure ausgewaschen, und mit einem mit sehr verdünntem Alkohol getränkten Watteпropfen kräftig nachgerieben. Nach einer dreimaligen derartigen Behandlung war die Kurve I in die Kurve II übergegangen, und diese Kurve, die nun auch bei späteren Messungen unverändert wieder beobachtet werden konnte, wurde den dann folgenden Untersuchungen zu Grunde gelegt, nachdem auch sie sich als Korrektionskurve bei der Ermittelung der Abklingungskonstanten λ für Radium-Emanation bewährt hatte. Weitere Versuche, diese letztere für die natürliche Luftionisation erhaltene Kurve noch weiter herabzudrücken, verliefen ergebnislos.

Es mag an dieser Stelle erwähnt werden, dass ein zweiter, dem benutzten ganz gleicher Untersuchungsapparat, in welchem eine aktive Substanz oder ein aktives Gas noch niemals eingeführt waren, als Korrektionskurve eine der Kurve II innerhalb der Beobachtungsfehler identische Korrektionskurve ergab. Es gelang jedoch bei wiederholten Versuchen niemals unter Zugrundelegung dieser Korrektionskurve für die Abklingungskonstante λ der reinen Radium-Emanation einen Wert zu erhalten, der geringer als 0,184 Tag^{-1} war. Die Werte für λ lagen für diesen Apparat vielmehr stets in dem Intervalle

$$0{,}184 \text{ bis } 0{,}186 \text{ Tag}^{-1}.$$

Die mechanische Ausführung der Elektroskope war vorzüglich. Die Elektroskope bewahrten im Laufe der Untersuchung unverändert ihren Anfangszustand. Eine Trocknung mit Natrium war nur in einem Falle nötig.

Ergebnis.

		$i \times 10^3$
Eugen-Quelle zu Kudowa		2,6
Gotthold-Quelle zu Kudowa		10,5
Warmbrunn:	Quelle im kl. Basin	3,7
„	1. Quelle im gr. Basin	8,2
„	2. Quelle im gr. Basin	6,2
„	3. Quelle im gr. Basin	5,2
„	1. Ludwigsquelle	2,4
„	2. Ludwigsquelle	0,8
„	Antonienquelle	2,4
Landeck:	Marienquelle	19,7
„	Georgenquelle	98,6
„	Friedrichsquelle	34,1
„	Mariannenquelle	4,7
„	Mühlquelle	5,9
Alt-Heide:	Sprudel	1,7
Reinerz:	Ulrikenquelle	10,2
„	Kalte Quelle	11,7
Langenau:	Emilienquelle	4,4
„	Elisenquelle	3,4
Flinsberg:	Niederbrunnen	33,2
„	Oberbrunnen	63,7
Hermsdorf:	Hauptquelle	1,5.

Die vorstehende Tafel giebt einen vergleichenden Überblick über die Aktivität der untersuchten Quellwässer, bezogen auf den Moment der Füllung. Die Methode der Berechnung der Aktivität für diesen Zeitpunkt mit Hilfe des beobachteten Wertes J_0 und des für Radium-Emanation bekannten Wertes von λ wurde bereits an früherer Stelle beschrieben. Eine abnorm hohe Aktivität besitzt die Georgenquelle zu Landeck, während der Sprudel zu Alt-Heide, die einzige dem reinen Kalkgebiete entstammende Quelle, eine verhältnismässig geringe Aktivität besitzt.

Schon das Verhalten dieser letzteren Quelle bestätigt nicht die Annahme, dass ein Zusammenhang besteht zwischen

der Stärke der Aktivität einer Quelle und deren Gehalt an Erdalkalimetallen. Diese Vermutung nach einem Zusammenhange zwischen der Aktivität des Quellwassers und seinem Gehalte an Erdalkalimetallen lag insofern nahe, als in die Gruppe der Erdalkalimetalle Ca Ba Sr auch das Element Ra eingereiht wird. Dass jedoch ein derartiger Zusammenhang nicht besteht, lässt das untenstehende Täfelchen sehr deutlich erkennen. In diesem ist für je 1000 gr Quellwasser auf Grund der in den Listen vorliegenden Quellwasseranalysen der Gehalt an Ca Ba und Sr berechnet. Es ist bemerkenswert, dass die einzige Quelle, welche das dem Radium nächststehende Element Ba in wägbarer Menge enthält, nämlich die Emilienquelle zu Langenau, zu den schwächst aktiven Wässern gehört, während die Landecker Quellen, welche den geringsten Gehalt an Erdalkalimetallen aufweisen, die stärkst aktiven Wässer lieferten. Auch lässt sich ein gesetzmässiger Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Aktivität des Quellwassers aus dieser Tabelle nicht abnehmen. Nur soviel kann gesagt werden, dass die Heilquellen Schlesiens durchweg eine verhältnismässig hohe Aktivität besitzen.

In je 1000 gr Wasser sind enthalten in gr:

		Ca	Ba	Sr	t
Warmbrunn:	Quelle im gr. Basin	0,0102		0,0005	36,2°
	Kleines Bad	0,0083		0,0005	36,8°
	1. Ludwigsquelle	0,0091			
	2. Ludwigsquelle	0,0090			
	Antonienquelle	0,0251		0,0004	26,7°
Landeck:	Georgenquelle	0,0012			29,0°
	Marienquelle	0,0025			28,5°
	Mariannenquelle	0,0026			20,0°
Reinerz:	Kalte Quelle	0,1398			11,0°
	Ulrikenquelle	0,1849			13,7°
Langenau:	Emilienquelle	0,1319	0,0002		
	Elisenquelle	0,0871			
Flinsberg:	Oberbrunnen	0,0386			7°
Alt-Heide:	Sprudel	0,3246			
Hermsdorf:	Hauptquelle	0,0124			

Auch der Versuch, einen Zusammenhang zwischen der Aktivität des Quellwassers und des zugehörigen Sedimentes zu ermitteln, misslang. Je 125 gr der Sedimente der Landecker Quellen vermochten im beutelfeinen Zustande in einer Stunde die in der Tabelle angegebene, in Volt gemessene Ladung zu zerstreuen:

Sediment der	Volt p. h.
Mariannenquelle zu Landeck	30,5
Mühlquelle „ „	51,0
Marienquelle „ „	24,2
Friedrichsquelle „ „	36,6
Georgenquelle „ „	68,8.

Die in den Sedimenten dieser Quellwässer enthaltenen Erdalkalimetalle wurden auf dem üblichen Wege der chemischen Analyse abgeschieden. Die nachstehende Tabelle giebt den Befund an:

Sediment der	Verarbeitete Menge	Erdalkalikarbonat in je 1000 gr
Mariannenquelle zu Landeck	3500 gr	11,5 gr
Marienquelle „ „	5100 gr	6,4 gr
Friedrichsquelle „ „	4250 gr	15,8 gr
Georgenquelle „ „	4200 gr	8,6 gr.

Das abgeschiedene Erdalkalikarbonat, welches nur Calcium enthielt, verhielt sich gänzlich inaktiv.

Vergleichsweise sind in dem folgenden Täfelchen die Werte der Aktivität, bezogen auf den Augenblick des Schöpfens, für einige Quellen von Gastein angegeben, welche Mache[1]) untersuchte:

	$i \cdot 10^3$
Grabenbäckerquelle	155
Elisabethstollen Hauptort	133
Chorinsky-Quelle	83,4
Franz Josephs-Stollen hintere Quelle	64,5
vordere Quelle	61,7
Chirurgenquelle	54,5
Doktorquelle	31,5
Rudolf-Stollen	24,7.

1) Wiener Berichte 113 Nov. 1904. pag. 1329.

Wie man sieht, bleibt die Aktivität einer ganzen Anzahl schlesischer Heilquellen nicht erheblich zurück hinter den hier angegebenen sehr hohen Werten für die Aktivität von Quellwässern.

Stellt man weiter die nach der Methode der kleinsten Quadrate gewonnenen wahrscheinlichsten Werte der Abklingungskonstanten λ für die einzelnen Quellen zusammen, so ergibt sich, dass nur wenige Quellwässer ihre Aktivität reiner Radium-Emanation verdanken.

	λ berechnet:	
	1. mittelst J_0 J_t und t	2. n. d. Methode d. kl. Quadrate
Eugen-Quelle zu Kudowa	0,2652	0,2482
Gotthold-Quelle zu Kudowa	0,1895	0,2019
Neue Quelle zu Warmbrunn	0,2644	0,2502
Erste Quelle im gr. Bassin zu Warmbrunn	0,2433	0,2406
Zweite „ „ „ „ „ „	0,2175	0,2547
Dritte „ „ „ „ „ „	0,2939	0,2414
Erste Ludwigsquelle zu Warmbrunn .	0,2495	0,3401
Zweite „ „ „ .	0,3092	0,2746
Antonienquelle zu Warmbrunn . . .	0,2820	0,2780
Marienquelle zu Landeck	0,2000	0,1807
Georgenquelle „ „	0,1877	0,1647
Friedrichsquelle „ „	0,2209	0,2011
Mariannenquelle „ „	0,2551	0,2101
Mühlquelle „ „	0,2011	0,2221
Sprudel zu Alt-Heide	0,1768	0,1972
Ulrikenquelle zu Reinerz	0,2184	0,1861
Kalte Quelle „ „	0,2120	0,2017
Emilienquelle zu Langenau	0,1844	0,2005
Elisenquelle „ „	0,2288	0,2006
Niederbrunnen zu Flinsberg	0,2246	0,2126
Oberbrunnen „ „	0,1952	0,2086
Hauptquelle zu Hermsdorf	0,2503	0,2947.

Auf Grund des in der vorliegenden Untersuchung angewandten Verfahrens liess sich jedoch nicht feststellen,

inwieweit die in den Quellwässern ausser der Radium-Emanation noch enthaltenen Emanationen schon bekannter oder noch unbekannter aktiver Elemente Abweichungen in dem für die Radium-Emanation charakteristischen Werte von λ erzeugten. Diese Frage dürfte sich vielleicht entscheiden lassen durch eine vergleichende Untersuchung des Verhaltens der Radium-Emanation und der in den Quellwässern enthaltenen Emanationen unmittelbar nach Einführung derselben in die Untersuchungsglocke, indem man innerhalb der ersten Stunden nach Einführung der Emanation die zeitliche Zunahme der auf die Wände der Glocke ausgeübten Induktion für reine Radium-Emanation und für Quellwasseremanation verfolgt.

Zusammenfassung.

Die Aktivität der Schlesischen Heilquellen ist als durchschnittlich stark zu bezeichnen. Sie erreicht für einige Quellen, für die Georgenquelle zu Landeck und den Oberbrunnen zu Flinsberg, abnorm hohe Werte. Der Versuch, einen Zusammenhang zwischen der Aktivität des Quellwassers und des zugehörigen Sedimentes herzustellen, führte zu negativen Resultaten. Auch liess sich ein gesetzmässiger Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Aktivität des Quellwassers aus den Beobachtungsresultaten nicht ableiten. Da weiterhin geologisch ganz gleichartig gelegene Quellen, wie die Quellen im Quellgebiete von Landeck, ganz verschieden starke Aktivitäten zeigen, so dürfte ein Zusammenhang zwischen der Aktivität eines Quellwassers und der geologischen Lage der Quelle nur unter Berücksichtigung auch anderer Faktoren, vielleicht der Tiefe der Quellen, herstellbar sein. Der Umstand, dass der benutzte Versuchsapparat bei Einführung reiner Radium-Emanation die für die Radium-Emanation als charakteristisch gesicherte Abklingungskonstante λ annähernd

richtig ergab, während derselbe Apparat unter den ganz gleichen Versuchsbedingungen für die Quellwasser-Emanationen teilweis weit abweichende Werte ergab, macht zur Erklärung dieser Abweichungen die Annahme noch unbekannter, in den Quellwässern enthaltenen Emanationen wahrscheinlich.

Erläuterungen zu den Tabellen.

Im Folgenden sind die Beobachtungsresultate für die verschiedenen Quellwässer in Form von Tabellen zusammengestellt. Zu jeder Quelle gehören zwei Tabellen.

Die erste Tabelle enthält die Ergebnisse der Berechnung für den Fall, dass man vom Werte J_0 ausgehend mittelst der nach Ablauf der Zeit t beobachteten Werte J_t den jedem Werte J_t zugehörenden Wert λ berechnet. Der Mittelwert der so gefundenen Werte λ ergiebt den Wert λ für das Quellwasser.

Der zur Zeit der Beobachtung des Wertes J'_t durch die natürliche Luftionisation verursachte Potentialabfall i_t ergibt, von dem beobachteten Werte J'_t in Abzug gebracht, den durch die Aktivität des Quellwassers allein bedingten Potentialabfall J_t.

Die zweite Tabelle enthält die Ergebnisse der Berechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate.

Es mag nochmals erwähnt werden, dass die Zeit, innerhalb welcher der in Volt gemessene Spannungsabfall J_t beobachtet wurde, für die einzelnen Quellwässer je nach ihrer Aktivität verschieden, für je ein Quellwasser aber über die ganze Versuchsreihe konstant war. Diese Beobachtungszeit ist am Kopfe jeder Tabelle in Minuten oder Sekunden angegeben.

Eugen-Quelle zu Kudowa.

Datum	t in Stunden	t in Tagen	J'_t beob. Volt p. 15 Min.	$\triangle$ t in Stunden	i_t Volt p. 15 Min.	J_t corrig. Volt p. 15 Min.	λ	J_t berechn. Volt p. 15 Min.	$\triangle J_t$ beob.-berechn.
12. VII. 8 $\underline{0}$	0	0,0	23,1	7	3,7	19,4			
13. VII. 8 0	12	0,5	20,9	19	4,2	16,7	0,29 971	17,0	— 0,3
2 0	18	0,75	20,3	25	4,4	15,9	26 526	15,9	± 0,0
8 $\underline{0}$	24	1,0	19,2	31	4,6	14,6	27 779	14,9	— 0,3
14. VII. 8 0	36	1,5	17,8	43	5,0	12,8	27 723	13,0	— 0,2
2 0	42	1,75	17,1	49	5,2	11,9	27 927	12,2	— 0,3
8 $\underline{0}$	48	2,0	16,6	55	5,4	11,2	27 468	11,4	— 0,2
15. VII. 10 0	62	2,58	15,8	69	5,7	10,1	25 267	9,8	+ 0,3
2 0	66	2,75	15,4	73	5,8	9,6	25 582	9,4	+ 0,2
8 $\underline{0}$	72	3,0	14,9	79	5,9	9,0	25 602	8,8	+ 0,2
16. VII. 11 0	87	3,63	13,8	94	6,2	7,6	25 852	7,4	+ 0,2
17. VII. 9 0	109	4,54	12,6	104	6,4	6,2	25 117	5,8	+ 0,4
2 0	114	4,75	12,5	109	6,5	6,0	24 706	5,5	+ 0,5
7 $\underline{0}$	119	4,96	11,9	114	6,6	5,3	26 169	5,2	+ 0,1
18. VII. 11 0	135	5,63	11,4	128	6,8	4,6	25 587	4,4	+ 0,2

Eugen-Quelle zu Kudowa.

$\lambda = 0{,}24\,822.$

J_t beobachtet	J_t berechnet	$\triangle J_t$ beob. — berechn.
19,4	18,8	+ 0,6
16,7	16,6	+ 0,1
15,9	15,6	+ 0,3
14,6	14,7	— 0,1
12,8	13,0	— 0,2
11,9	12,2	— 0,3
11,2	11,4	— 0,2
10,1	9,9	+ 0,2
9,6	9,5	+ 0,1
9,0	8,9	+ 0,1
7,6	7,7	— 0,1
6,2	6,1	+ 0,1
6,0	5,8	+ 0,2
5,3	5,5	— 0,2
4,6	4,7	— 0,1

Erste Quelle im gr. Basin zu Warmbrunn.

Datum	t in Stunden	t in Tagen	J'_t beob. Volt p. 5 Min.	$\triangle$ t in Stunden	i_t Volt p. 5 Min.	J_t corrig. Volt p. 5 Min.	λ	J_t berechn. Volt p. 5 Min.	$\triangle J_t$ beob.-berechn.
2. IX. 3 0	0	0,0	31,0	8	1,1	29,9			
11 0	8	0,33	28,6	16	1,3	27,3	0,27 293	27,6	— 0,3
2 0	11	0,46	27,8	19	1,3	26,5	26 335	26,8	— 0,3
7 0	16	0,67	26,8	24	1,4	25,4	24 468	25,4	± 0,0
3. IX. 1 0	22	0,92	25,9	30	1,5	24,4	22 175	23,9	+ 0,5
10 0	31	1,29	23,5	39	1,6	21,9	24 107	21,8	+ 0,1
1 0	34	1,42	23,3	42	1,6	21,7	22 627	21,2	+ 0,5
7 0	40	1,67	21,4	48	1,7	19,7	25 034	19,9	— 0,2
11 0	44	1,83	21,1	52	1,7	19,4	23 596	19,1	+ 0,3
4. IX. 10 0	55	2,29	19,3	63	1,8	17,5	23 375	17,1	+ 0,4
2 0	59	2,46	18,4	67	1,9	16,5	24 183	16,4	+ 0,1
6 0	63	2,63	17,4	71	1,9	15,5	25 030	15,8	— 0,3
1 0	70	2,92	16,3	78	1,9	14,4	25 050	14,7	— 0,3
5. IX. 9 0	78	3,25	16,1	86	2,0	14,1	23 129	13,6	+ 0,5
12 0	81	3,38	15,2	89	2,0	13,2	24 227	13,2	± 0,0

Erste Quelle im gr. Basin zu Warmbrunn.

$\lambda = 0{,}24\,057.$

J_t beobachtet	J_t berechnet	$\wedge J_t$ beob. — berechn.
29,9	29,9	± 0,0
27,3	27,6	— 0,3
26,5	26,8	— 0,3
25,4	25,5	— 0,1
24,4	24,0	+ 0,4
21,9	21,9	± 0,0
21,7	21,3	+ 0,4
19,7	20,0	— 0,3
19,4	19,2	+ 0,2
17,5	17,2	+ 0,3
16,5	16,6	— 0,1
15,5	15,9	— 0,4
14,4	14,8	— 0,4
14,1	13,7	+ 0,4
13,2	13,3	— 0,1

Zweite Quelle im gr. Basin zu Warmbrunn.

Datum	t in Stunden	t in Tagen	J'_t beob. Volt p. 2 Min.	$\triangle$ t in Stunden	i_t Volt p. 2 Min.	J_t corrig. Volt p. 2 Min.	λ	J_t berechn. Volt p. 2 Min.	$\triangle J_t$ beob.-berechn.
6. IX. 1 $\frac{0}{0}$	0	0,0	11,0	6	0,5	10,5			
10 $\frac{0}{0}$	9	0,38	10,4	15	0,5	9,9	0,15 689	9,7	+ 0,2
2 $\frac{0}{0}$	13	0,54	10,1	19	0,6	9,5	18 479	9,3	+ 0,2
7 $\frac{0}{0}$	18	0,75	9,6	24	0,6	9,0	20 355	8,9	+ 0,1
11 $\frac{0}{0}$	22	0,92	9,2	28	0,6	8,6	21 776	8,6	± 0,0
7. IX 10 $\frac{0}{0}$	33	1,38	8,6	39	0,6	8,0	19 777	7,8	+ 0,2
2 $\frac{0}{0}$	37	1,54	8,1	43	0,7	7,4	22 697	7,5	— 0,1
6 $\frac{0}{0}$	41	1,71	7,8	47	0,7	7,1	22 904	7,2	— 0,1
12 $\frac{0}{0}$	47	1,96	7,6	53	0,7	6,9	21 440	6,9	± 0,0
8. IX. 10 $\frac{0}{0}$	57	2,38	6,8	63	0,7	6,1	22 867	6,3	— 0,2
2 $\frac{0}{0}$	61	2,54	6,5	67	0,8	5,7	24 037	6,0	— 0,3
6 $\frac{0}{0}$	65	2,71	6,3	71	0,8	5,5	23 877	5,8	— 0,3
12 $\frac{0}{0}$	71	2,96	5,9	76	0,8	5,1	24 411	5,5	— 0,4
9. IX. 10 $\frac{0}{0}$	81	3,38	5,4	87	0,8	4,6	24 454	5,0	— 0,4

Zweite Quelle im gr. Basin zu Warmbrunn.

$\lambda = 0{,}25\,465.$

J_t beobachtet	J_t berechnet	$\triangle J_t$ beob. — berechn.
10,5	11,0	— 0,5
9,9	10,0	— 0,1
9,5	9,6	— 0,1
9,0	9,1	— 0,1
8,6	8.7	— 0,1
8,0	7,8	+ 0,2
7,4	7,4	± 0,0
7,1	7,1	± 0,0
6,9	6,7	+ 0,2
6,1	6.0	+ 0,1
5,7	5,8	— 0,1
5,5	5,5	± 0,0
5,1	5,2	— 0,1
4,6	4,7	— 0,1

Dritte Quelle im gr. Basin zu Warmbrunn.

Datum	t in Stunden	t in Tagen	J'_t beob. Volt p. 2 Min.	$\triangle$ t in Stunden	i_t Volt p. 2 Min.	J_t corrig. Volt p. 2 Min.	λ	J_t berechn. Volt p. 2 Min.	$\triangle J_t$ beob.-berechn.
9. IX. 12 0	0	0,0	10,3	6	0,4	9,9			
10. IX. 11 0	11	0,46	9,0	17	0,5	8,5	0,33 269	8,7	— 0,2
2 0	14	0,58	8,6	20	0,5	8,1	34 401	8,3	— 0,2
7 0	19	0,78	8,3	25	0,6	7,7	31 747	7,9	— 0,2
12 0	24	1,00	7,9	29	0,6	7,3	30 469	7,4	— 0,1
11. IX. 10 0	34	1,42	7,3	40	0,6	6,7	27 561	6,5	+ 0,2
2 0	38	1,58	6,9	44	0,7	6,2	29 559	6,2	± 0,0
8 0	44	1,83	6,6	50	0,7	5,9	28 233	5,8	+ 0,1
1 0	49	2,04	6,5	55	0,7	5,8	26 188	5,4	+ 0,4
12. IX. 9 0	57	2,38	6,1	63	0,7	5,4	25 523	4,9	+ 0,5
11 0	59	2,46	5,8	65	0,7	5,1	26 983	4,8	+ 0,3

Dritte Quelle im gr. Basin zu Warmbrunn.

$\lambda = 0{,}24\,141.$

J_t beobachtet	J_t berechnet	$\triangle J_t$ beob. — berechn.
9,9	9,3	+ 0,6
8,5	8,3	+ 0,2
8,1	8,1	+ 0,0
7,7	7,5	+ 0,2
7,3	7,3	± 0,0
6,7	6,6	+ 0,1
6,2	6,4	— 0,2
5,9	6,0	— 0,1
5,8	5,7	+ 0,1
5,4	5,2	+ 0,2
5,1	5,1	± 0,0

Georgenquelle zu Landeck.

Datum	t in Stunden	t in Tagen	J'_t beob. Volt p. 1/4 Min.	$\triangle$ t in Stunden	i_t Volt p. 1/4 Min.	J_t corrig. Volt p. 1/4 Min.	λ	J_t berechn. Volt p. 1/4 Min.	$\triangle J_t$ beob.-berechn.
5. X. 1 0	0	0,0	15,8	10	0,1	15,7			
10 0	9	0,38	14,6	19	0,1	14,5	0,21 203	14,6	— 0,1
2 0	13	0,54	14,2	23	0,1	14,1	19 844	14,2	— 0,1
6 0	17	0,71	13,7	27	0,1	13,6	20 272	13,8	— 0,2
12 0	23	0,96	13,1	33	0,1	13,0	19 692	13,1	— 0,1
6. X. 2 0	37	1,54	11,8	47	0,1	11,7	19 074	11,8	— 0,1
6 0	41	1,71	11,3	51	0,1	11,2	19 770	11,4	— 0,2
12 0	47	1,96	10,9	57	0,1	10,8	19 104	10,9	— 0,1
7. X. 10 0	57	2,38	10,5	67	0.1	10,4	17 342	10,1	+ 0,3
3 0	62	2,58	10,0	72	0,1	9,9	17 850	9,7	+ 0,2
7 0	66	2,75	9,7	76	0,1	9,6	17 888	9,4	+ 0,2
12 0	71	2,96	9,3	81	0,1	9,2	18 067	9,0	+ 0,2
8. X. 11 0	94	3,92	8,1	104	0,1	8,0	17 214	7,7	+ 0,3
9. X. 11 0	106	4,42	7,6	116	0,1	7,5	16 727	6,9	+ 0.6

Georgenquelle zu Landeck.

$\lambda = 0{,}16\,474.$

J_t beobachtet	J_t berechnet	$\triangle J_t$ beob. — berechn.
15,7	15,2	+ 0,5
14,5	14,2	+ 0,3
14,1	13,9	+ 0,2
13,6	13,5	+ 0,1
13,0	13,0	± 0,0
11,7	11,8	— 0,1
11,2	11,5	— 0,3
10,8	11,0	— 0,2
10,4	10,3	+ 0,1
9,9	9,9	± 0,0
9,6	9,7	— 0,1
9,2	9,3	— 0,1
8,0	8,0	± 0,0
7,5	7,3	+ 0,2

Friedrichsquelle zu Landeck.

Datum	t in Stunden	t in Tagen	J'_t beob. Volt p. 1 Min.	$\triangle$ t in Stunden	i_t Volt p. 1 Min.	J_t corrig. Volt p. 1 Min.	λ	J_t berechn. Volt p. 1 Min.	$\triangle J_t$ beob.-berechn.
10. X. $10\frac{0}{0}$	0	0,0	9,7	11	0,1	9,6			
11. X. $10\frac{0}{0}$	12	0,50	8,4	23	0,1	8,3	0,29 101	8,6	— 0,3
$2\frac{0}{0}$	16	0,67	8,1	27	0,1	8,0	27 348	8,3	— 0,3
$7\frac{0}{0}$	21	0,88	7,9	32	0,2	7,7	25 205	7,9	— 0,2
$12\frac{0}{0}$	26	1,08	7,6	37	0,2	7,4	24 027	7,6	— 0,2
12. X. $10\frac{0}{0}$	36	1,50	7,1	47	0,2	6,9	22 016	6,9	± 0,0
$2\frac{0}{0}$	40	1,67	6,7	51	0,2	6,5	23 398	6,6	— 0,1
$8\frac{0}{0}$	46	1,92	6,5	57	0,2	6,3	21 976	6,3	± 0,0
13. X. $2\frac{0}{0}$	64	2,67	5,7	75	0,2	5,5	20 889	5,3	+ 0,2
$8\frac{0}{0}$	70	2,92	5,5	80	0,2	5,3	20 367	5,0	+ 0,3
$11\frac{0}{0}$	73	3,04	5,3	84	0,2	5,1	20 796	4,9	+ 0,2
14. X. $7\frac{0}{0}$	81	3,38	5,0	92	0,2	4,8	20 538	4,6	+ 0,2
$1\frac{0}{0}$	99	4,13	4,2	110	0,2	4,0	21 223	3,9	+ 0,1
15. X. $3\frac{0}{0}$	113	4,71	3,6	124	0,2	3,4	22 046	3,4	± 0,0
$7\frac{0}{0}$	117	4,88	3,6	128	0,2	3,4	21 292	3,3	+ 0,1
$11\frac{0}{0}$	121	5,04	3,5	132	0,2	3,3	21 180	3,2	+ 0,1
16. X. $10\frac{0}{0}$	132	5,50	3,3	143	0,2	3,1	20 552	2,9	+ 0,2
$2\frac{0}{0}$	136	5,67	3,1	147	0,2	2,9	21 125	2,8	+ 0,1
$12\frac{0}{0}$	146	6,08	2,9	157	0,2	2,7	20 853	2,5	+ 0,2
17. X. $10\frac{0}{0}$	156	6,50	2,7	167	0,2	2,5	20 700	2,3	+ 0,2
$2\frac{0}{0}$	160	6,67	2,7	171	0,2	2,5	20 182	2,2	+ 0,2
$3\frac{0}{0}$	173	7,21	2,4	184	0,2	2,2	20 439	2,0	+ 0,2
18. X. $11\frac{0}{0}$	181	7,99	2,3	192	0,3	2,0	20 800	1,8	+ 0,2

Friedrichsquelle zu Landeck.

$\lambda = 0{,}20213.$

J_t beobachtet	J_t berechnet	$\triangle J_t$ beob. — berechn.
9,6	9,3	+ 0,3
8,3	8,4	— 0,1
8,0	8,1	— 0,1
7,7	7,8	— 0,1
7,4	7,5	— 0,1
6,9	6,9	± 0,0
6,5	6,7	— 0,2
6,3	6,3	± 0,0
5,5	5,4	+ 0,1
5,3	5,2	+ 0,1
5,1	5,1	± 0,0
4,8	4,7	+ 0,1
4,0	4,1	— 0,1
3,4	3,6	— 0,2
3,4	3,5	— 0,1
3,3	3,4	— 0,1
3,1	3,1	± 0,0
2,9	3,0	+ 0,1
2,7	2,7	± 0,0
2,5	2,5	± 0,0
2,5	2,4	+ 0,1
2,2	2,2	± 0,0
2,0	2,0	± 0,0

Sprudel zu Alt-Heide.

Datum	t in Stunden	t in Tagen	J'_t beob. Volt p. 10 Min.	$\triangle$ t in Stunden	i_t Volt p. 10 Min.	J_t corrig. Volt p. 10 Min.	λ	J_t berechn. Volt p. 10 Min.	$\triangle J_t$ beob.-berechn.
6. XII. 12 $\underline{0}$	0	0,0	8,5	10	1,6	6,9			
7. XII. 9 0	9	0,38	8.2	19	1,7	6,5	0,15 928	6,5	± 0,0
3 0	15	0,63	8,0	25	1,8	6,2	17 117	6,2	± 0,0
7 $\underline{0}$	19	0,78	7,8	29	1,8	6,0	17 655	6,0	± 0,0
8. XII. 1 $\underline{0}$	25	1,04	7,7	35	1,8	5,9	18 924	5,7	+ 0,2
10 0	34	1,42	7,4	44	1,9	5,5	16 008	5,4	+ 0,1
2 0	38	1,58	7,2	48	1,9	5,3	16 662	5,2	+ 0,1
7 $\underline{0}$	43	1,79	6,9	53	1,9	5,0	17 977	5,0	± 0,0
9. XII. 9 0	57	2,38	6,6	67	2,0	4,6	17 073	4,5	+ 0,1
2 0	62	2,58	6,4	72	2,1	4,3	18 306	4,4	— 0,1
11 $\underline{0}$	71	2,96	6,1	81	2,1	4,0	18 430	4,1	— 0,1
10. XII. 10 0	82	3,42	5,9	92	2,2	3,7	18 240	3,8	— 0,1
2 0	86	3,58	5,8	96	2,2	3,6	18 156	3,7	— 0,1
11 $\underline{0}$	95	3,96	5,5	105	2,3	3,2	19 412	3,4	± 0,0

Sprudel zu Alt-Heide.

$\lambda = 0{,}19\,717.$

J_t beobachtet	J_t berechnet	$\triangle J_t$ beob. — berechn.
6,9	7,1	— 0,2
6,5	6,6	— 0,1
6,2	6,3	— 0,1
6,0	6,1	— 0,1
5,9	5,8	+ 0,1
5,5	5,4	+ 0,1
5,3	5,2	+ 0,1
5,0	5,0	± 0,0
4,6	4,4	+ 0,2
4,3	4,3	± 0,0
4,0	4,0	± 0,0
3,7	3,6	+ 0,1
3,6	3,5	+ 0,1
3,2	3,3	— 0,1

Ulrikenquelle zu Reinerz.

Datum	t in Stunden	t in Tagen	J'_t beob. Volt p. 4 Min.	$\triangle$ t in Stunden	i_t Volt p. 4 Min.	J_t corrig. Volt p. 4 Min.	λ	J_t berechn. Volt p. 4 Min.	$\triangle J_t$ beob.-berechn.
19. I. 8 $\underline{0}$	0	0,0	23,1	7	0,5	22,6			
20. I. 9 0	13	0,54	20,2	20	0,6	19,6	0,26 292	20,1	— 0,5
1 0	17	0,71	19,5	24	0,7	18,8	25 989	19,4	— 0,6
6 $\underline{0}$	22	0,92	18,9	29	0,7	18,2	23 623	18,5	— 0,3
11 $\underline{0}$	27	1,13	18,4	34	0,7	17,4	23 243	17,7	— 0,3
21. I. 10 0	38	1,58	16,5	45	0,7	15,8	22 607	16,0	— 0,2
2 0	42	1,75	16,2	49	0,7	15,5	21 550	15,4	— 0,1
7 $\underline{0}$	47	1,96	15,4	54	0,7	14,7	21 963	14,7	± 0,0
11 $\underline{0}$	51	2,13	14,8	58	0,8	14,0	22 536	14,2	— 0,2
22. I. 7 0	59	2,46	14,0	66	0,8	13,2	21 875	13,2	± 0,0
6 $\underline{0}$	70	2,92	12,8	77	0,8	12,0	21 705	12,0	± 0,0
23. I. 2 $\underline{0}$	78	3,25	12,0	85	0,8	11,2	21 602	11,1	+ 0,1
1 0	89	3,71	11,2	96	0,9	10,3	21 190	10,1	+ 0,2
6 $\underline{0}$	94	3,92	11,0	101	0,9	10,1	20 564	9,6	+ 0,5
11 $\underline{0}$	99	4,13	10,6	106	0,9	9,7	20 505	9,2	+ 0,5
24. I. 9 0	109	4,54	10,1	116	0,9	9,2	19 789	8,4	+ 1,2
2 0	114	4,75	9,8	121	0,9	8,9	19 619	8,0	+ 0,9
11 $\underline{0}$	123	5,13	9,4	130	1,0	8,4	19 312	7,4	+ 1,0
25. I. 9 0	133	5,54	8,8	140	1,0	7,8	19 197	6,7	+ 1,1

Ulrikenquelle zu Reinerz.

$\lambda = 0{,}18\,612.$

J_t beobachtet	J_t berechnet	$\triangle J_t$ beob. — berechn.
22,6	21,2	+ 1,4
19,6	19,2	+ 0,4
18,8	18,6	+ 0,2
18,2	17,9	+ 0,3
17,4	17,2	+ 0,2
15,8	15,8	± 0,0
15,5	15,3	+ 0,2
14,7	14,7	± 0,0
14,0	14,3	— 0,3
13,2	13,4	— 0,2
12,0	12,3	— 0,3
11,2	11,6	— 0,4
10,3	10,6	— 0,3
10,1	10,2	— 0,1
9,7	9,8	— 0,1
9,2	9,1	+ 0,1
8,9	8,8	+ 0,1
8,4	8,2	+ 0,2
7,8	7,6	+ 0,2

Emilienquelle zu Langenau.

Datum	t in Stunden	t in Tagen	J'_t beob. Volt p. 5 Min.	$\triangle$ t in Stunden	i_t Volt p. 5 Min.	J_t corrig. Volt p. 5 Min.	λ	J_t berechn. Volt p. 5 Min.	$\triangle J_t$ beob.-berechn.
7. II. 8 $\frac{0}{}$	0	0,0	11,8	9	0,8	11,0			
8. II. 9 0	13	0,54	10,8	22	0,8	10,0	0,17 595	10,0	± 0,0
2 0	18	0,75	10,4	27	0,8	9,6	18 150	9,6	± 0,0
11 $\frac{0}{}$	27	1,13	9,9	36	0,9	9,0	17 838	8,9	+ 0,1
9. II. 10 0	38	1,58	9,2	47	0,9	8,3	17 788	8,2	+ 0,1
5 0	45	1,88	8,9	54	0,9	8,0	16 984	7,8	+ 0,2
12 $\frac{0}{}$	52	2,17	8,4	61	1,0	7,4	18 296	7,4	± 0,0
10. II. 9 0	61	2,54	7,9	70	1,0	6,9	18 349	6,9	+ 0,0
2 0	66	2,75	7,6	75	1,0	6,6	18 576	6,6	± 0,0
7 $\frac{0}{}$	71	2,96	7,4	80	1,0	6,4	18 308	6,4	± 0,0
11. II. 10 0	86	3,58	6,7	95	1,1	5,6	18 840	5,7	— 0,1
3 0	91	3,79	6,3	100	1,1	5,2	19 760	5,5	— 0,3
11 $\frac{0}{}$	99	4,13	6,0	108	1,1	4,9	19 603	5,1	— 0,2
12. II. 9 0	109	4,54	5,7	118	1,2	4,5	19 680	4,8	— 0,3

Emilienquelle zu Langenau.

$\lambda = 0{,}20\,053.$

J_t beobachtet	J_t berechnet	$\triangle J_t$ beob. — berechn.
11,0	11,4	— 0,4
10,0	10,2	— 0,2
9,6	9,8	— 0,2
9,0	9,1	— 0,1
8,3	8,3	± 0,0
8,0	7,8	+ 0,2
7,4	7,4	± 0,0
6,9	6,8	+ 0,1
6,6	6,5	+ 0,1
6,4	6,3	+ 0,1
5,6	5,5	+ 0,1
5,2	5,3	— 0,1
4,9	5,0	— 0,1
4,5	4,6	— 0,1

Oberbrunnen zu Flinsberg.

Datum	t in Stunden	t in Tagen	J'_t beob. Volt p. 2 Min.	$\triangle$ t in Stunden	i_t Volt p. 2 Min.	J_t corrig. Volt p. 2 Min.	λ	J_t berechn. Volt p. 2 Min.	$\triangle J_t$ beob.-berechn
28. II. 9 0	0	0,0	43,5	7	0,3	43,2			
1. III. 9 0	12	0,50	39,8	19	0,3	39,5	0,17 905	39,2	+ 0,3
1 0	16	0,67	38,5	23	0,3	38,2	18 450	37,9	+ 0,3
7 0	22	0,92	37,0	29	0,3	36,7	17 787	36,1	+ 0,6
2. III. 11 0	38	1,58	32,2	45	0,4	31,8	19 350	31,7	+ 0,1
2 0	41	1,71	30,8	48	0,4	30,4	20 570	31,0	+ 0,4
7 0	46	1,92	29,9	53	0,4	29,5	19 902	29,7	— 0,2
3. III. 9 0	60	2,50	27,0	67	0,4	26,6	19 397	26,5	+ 0,1
2 0	65	2,71	26,3	72	0,4	25,9	18 890	25,5	+ 0,4
7 0	70	2,92	25,2	77	0,4	24,8	19 028	24,5	+ 0,3
4. III. 10 0	85	3,54	21,6	92	0,4	21,2	20 099	21,6	— 0,4
12 0	99	4,13	19,4	106	0,5	18,9	20 040	19,3	— 0,4
5 III. 6 0	105	4,38	18,5	112	0,5	18,0	19 555	18,4	— 0,4
6. III. 2 0	137	5,71	13,8	144	0,5	13,3	20 638	14,2	— 0,9
8 0	143	5,96	13,2	150	0,5	12,7	20 547	13,5	— 0,8
7. III. 10 0	157	6,54	11,7	164	0,5	11,2	20 636	12,1	— 0,9

Oberbrunnen zu Flinsberg.

$\lambda = 0{,}20\,857.$

J_t beobachtet	J_t berechnet	$\wedge J_t$ beob. — berechn.
43,2	44,4	— 1,2
39,5	40,1	— 0,6
38,2	38,6	— 0,4
36,7	36,6	+ 0,1
31,8	31,9	— 0,1
30,4	31,1	+ 0,3
29,5	29,7	— 0,2
26,6	26,3	+ 0,3
25,9	25,2	+ 0,7
24,8	24,1	+ 0,7
21,2	21,2	± 0,0
18,9	18,8	+ 0,1
18,0	17,8	+ 0,2
13,3	13,5	— 0,2
12,7	12,8	— 0,1
11,2	11,3	— 0,1

Lebenslauf.

Geboren bin ich, Karl Heinrich Bernhard Reichau, am 2. Januar 1881 zu Magdeburg, Prov. Sachsen, als Sohn des damaligen Oberlehrers Dr. Heinrich Reichau und dessen Ehefrau Anna, geb. Bock. Meine Eltern habe ich durch den Tod verloren. Ostern 1899 verliess ich das Königl. Domgymnasium zu Magdeburg mit dem Zeugnis der Reife. Ich studierte an den Universitäten zu Halle und Berlin Mathematik, Physik und Chemie und hörte an der Techn. Hochschule zu Charlottenburg. Seit Ostern 1906 arbeite ich im Elektrotechnischen Laboratorium der Allgem. Elektr. Gesellschaft zu Berlin.

Im Laufe meiner Studienzeit hörte ich die Herren Professoren und Dozenten:

Bremer, Cantor, Dessoir, Dorn, Eberhard, Frobenius, Fuchs, Grassmann, Hauck, Haym, Helmert, Hettner, Landau, E. Meyer, Neumann, Paulsen, Planck, Schmidt, Schwarz (H. A.), Vaihinger, Volhard, Vorländer, Wangerin, Warburg.

Allen meinen oben genannten Lehrern, ganz besonders aber Herrn Geh. Rat Prof. Dr. Dorn, sage ich meinen aufrichtigen Dank.